Том VII. Выпуск 4.

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ
ПО САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
проф. И. А. Кухаренко

РЕДАКТОРЫ ОТДЕЛОВ
проф. С. Ф. Веселовский, акад. К. Г. Воблый, проф. А. И. Душечкин, проф. И. Е. Душский, проф. В. М. Ландо, проф. И. Б. Минц, инж.-техн. М. И. Нахманович, уч. агр. Г. С. Неводовский, уч. агр. Б. А. Паншин, инж.-техн. А. С. Рейсер, инж.-техн. И. О. Смоленский, проф. Т. Т. Усенко, уч. агр. А. К. Филипповский, проф. М. С. Философов и проф. А. А. Шумилов

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР
Инж.-техн. Б. Г. Савинов

КИЕВ—1928

ИЗДАНИЕ УКРАИНСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

[6 (072) (47.711 К).

Том VII. Выпуск 4.

Содержание четвертого выпуска.

Стр.

Инж.-техн. Л. Е. Флейшман

К вопросу об определении пределов рентабельного высолаживания на диффузии. 137

Проф. И. А. Кухаренко и инж. И. Н. Каганов

Новое в области кристаллизации и патокообразования. . . . 147

Инж.-техн. В. И. Кузнецов

Опыт очистки диффузионного сока с применением вместо углекислоты сернокислого магния по способу проф. В. В. Шкателова. 158

Новое в литературе 164

Библиография 168

НАИВЫСШИЙ ЭФФЕКТ ОБЕСЦВЕЧИВАНИЯ ДОСТИГАЕТСЯ ПРИМЕНЕНИЕМ

КАРБОРАФИНА

Дешевизна установки
Экономия места
Опрятная работа

Karbo-Union

Frankfurt a. M. — ГЕРМАНИЯ — Gervinushaus

При заказах просьба ссылаться на „НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ„

К вопросу об определении пределов рентабельного высолаживания на диффузии.

Инж.-техн. Л. Е. Флейшман.

Вопрос о пределе, до которого выгодно вести высолаживание на диффузии, является одним из наиболее важных для котроля этой станции. Вопрос этот неизбежно должен был возникнуть одновременно с самым введением диффузии. Действительно, уже у Stammer'a в „Учебнике сахарного производства", изданном в 1874 г. [1], находим достаточно четкую формулировку одного из решений указанной проблемы.

Stammer писал: „доброкачественность сока в батарее, начиная с третьего-четвертого (считая от головы) диффузора, неуклонно и очень заметно уменьшается, пока она, наконец, не опустится более или менее до той границы (доброкачественность 60), с которой мы привыкли связывать понятие о патоке, неспособной выделять кристаллический сахар". Указанная точка зрения, т. е. контролирование работы диффузии по качествам ее „хвоста" была затем очень тщательно и кропотливо разработана дальнейшими исследователями. Несмотря на это, между ними нет единодушия в выводах. Наиболее решительную позицию в данном вопросе занимает Э. Р. Карлсон.

Э. Р. Карлсон утверждает, что при усиленном высолаживании на диффузии возникает очень серьезная угроза выходу сахара от введения излишних ненасыщенных сахаром патокообразователей, которые могут содержаться в соке хвостового диффузора. „При выщелачивании на диффузии нельзя итти так далеко, как только позволяют нам технические средства нашего завода. Надо остановиться раньше, гораздо раньше" [2]. „Доводить выщелачивание можно лишь до такой степени потери в стружке и диффузионной воде, при которой последние порции соков, вводимых в батарею, по окончательной обработке на всех станциях завода, сгущенные до сиропов, будут не ниже по доброкачественности последних кормовых паток данного завода" [3]. Это предел высолаживания, „переходить который ни под каким видом и ни ради каких бы то ни было соображений нельзя" [4].

На основании наблюдений из заводской практики к аналогичным выводам пришел также Kaiser [5] и др.

Регулирование работы диффузии по анализам соков хвостового диффузора облегчается тем, что по мнению Э. Р. Карлсона определенной степени высолаживания всегда соответствуют более или менее близкие качества получаемых при этом последних соков. Хотя à priori можно было бы предположить, что каждая партия свеклы даст особые числа, резко между собой разнящиеся, но на деле это не так. Числа в высокой степени постоянны и по крайней мере для одного и того же завода и данного года почти не обнаруживают заметных колебаний. Можно быть уверенным, что и на протяжении значительно большего пространства и времени резко разнящихся между собой отношений не встречается или они попадаются разве, как редкое исключение. По Э. Р. Карлсону мы без особо большой погрешности можем принять, что общей потере на диффузии в 0,4 (в жоме 0,25—0,30 и в воде 0,15—0,10) соответствует доброкачественность очищенного диффузионного сока в 35—40 (видимых).

При общей потере в	0,5 (жом 0,32—0,38)	доброкачеств.	45—53
„ „ „	0,6 („ 0,40—0,45)	„	55—60
„ „ „	0,7 („ 0,47—0,52)	„	60—63

Ввиду этого завод, имеющий патоку не ниже 60—63, не имеет права держать свою общую потерю (жом+вода) ниже 0,7 (если прямое определение не дало ему требуемых сиропов уже при низших потерях [3]).

Другие исследователи сока хвостового диффузора пришли к выводам, резко отличающимся от выводов Э. Р. Карлсона. Claassen [6], Gröger [7],

Bohle [8] нашли, что опасность введения ненасыщенных патокообразователей при усиленном высолаживании отнюдь не так велика. При нормальных условиях нужно высолаживать возможно дольше, поскольку нормальная откачка и нормальная длительность оборота батареи допускает это.

С целью дальнейшей проработки изложенного вопроса на Верхнячском сахарном заводе в производство 1927-28 г. были произведены исследования сока хвостового диффузора. Диффузия Верхнячского сахарного завода состоит из двух батарей по 12 диффузоров в каждой. Из числа этих 12 диффузоров 7 штук одного типа с полезной емкостью 40,13 глт. и отношением $\frac{H}{D} = 1{,}18$ и 5 шт. другого типа с полезной емкостью 39,07 глт. и $\frac{H}{D} = 1{,}24$.

Во время исследования суточная производительность 1 глт. емкости диффузии равнялась в среднем 10 мц. свеклы. Другие условия работы диффузии, равно как качества перерабатывавшейся свеклы, видны из таблицы 1.

Таблица 1.

	Условия работы на диффузии							Качество свеклы			
	Откачка	Нагрузка на один гектолитр	Длина стружки в мт.	% мятки	Наивысшая температура на диффузии	Температура напорной воды	Оборот диффузион. бат. в мин.	Дигестия	Доброкач. нормального сока	Вредного азота по Андрлику	Золы сернокислой
1	124,9	60,5	15,3	13,0	82°	49°	75	19,6	88,82	0,0790	0,686
2	125,0	59,8	14,1	10,5	79°	49°	75	19,8	89,40	0,0961	0,796
3	128,0	59,5	14,8	11,5	80°	52°	85	20,2	89,40	0,0880	0,711
4	118,0	59,8	14,5	8,0	76°	43°	75	20,1	89,20	0,0892	0,813
5	108,4	59,5	15,4	11,0	75°	46°	75	19,8	89,1	0,0942	0,881
6	120,0	58,9	15,0	10,0	78°	43°	80	19,6	89,0	0,0849	0,813
7	124,0	59,0	15,8	9,4	78°	46°	78	20,0	89,2	0,0792	0,709

	Сахар в жоме	Сахар в диффузионной воде	Сок хвостов. диффузора до очистки		Сок хвостов. диффузора после очистки				Способность кристаллизоваться
			Сухих веществ	Истинная доброкач.	Бр.	Видимая доброкачественность	Сухие вещества	Истинная доброкач.	
1	0,40	0,23	0,40	55,0	5,85	67,7	5,45	72,66	—
2	0,43	0,20	0,65	52,0	7,81	63,2	7,50	65,70	кристаллизуется
3	0,26	0,17	0,39	40,28	6,90	60,72	6,45	64,95	„ „
4	0,40	0,23	0,60	51,80	6,80	66,7	6,48	69,98	—
5	0,46	0,26	0,76	62,8	7,90	76,10	7,68	78,10	—
6	0,35	0,17	0,56	52,9	6,2	62,1	5,96	64,60	кристаллизуется
7	0,32	0,14	0,32	53,40	5,1	61,2	4,81	64,88	„ „

Исследование сока хвостового диффузора производилось следующим образом. Пробы отбирались из воздушного краника калоризатора, следующего за „хвостовым“ диффузором, т. е. за тем, на котором было водяное давление, в момент, когда заканчивалась откачка сока на мерник. Из того же хвостового диффузора отбирались пробы жома и воды. Отобранный сок хвостового диффузора (в количестве 5—30 лт.) обрабатывался известью в виде порошка в лабораторном дефекаторе емкостью 40 лт. Дефекатор этот, точнее дефеко-сатуратор, был снабжен с боков и снизу водяным кожухом и подогревался паяльной лампой. В нем же имелась мешалка и барботер—в виде змеевика—для углекислого газа. Известь прибавлялась согласно указаниям Э. Р. Карлсона в таких количествах, чтобы отношение CaO к несахару сока было то же, что и на заводской дефекации. Например, когда на

заводе давали 2,5% CaO по весу свеклы и в негашеной извести содержалось ~ 90% CaO, диффузионный сок имел Бр. — 18, Дб. — 88,0 при коэффициенте откачки 115%, то на 1 весовую часть несахара диффузионного сока приходится

$$\frac{2{,}5 \times 100 \times 100 \times 100}{90 \times 115 \times 18\ (100-88)} = 1{,}12 \text{ частей}$$

негашеной извести. Если в соке хвостового диффузора содержится 0,25% несахаров, то его нужно обработать $1{,}12 \times 0{,}25 = 0{,}28\%$, т. е. 2,8 гр. негашеной извести на 1 лт. сока.

Дефекация производилась в условиях близких к заводским при температуре $85^0 - 90^0$ втечение 20 минут. Затем сок сатурировался при той же температуре в том же дефекаторе до слабощелочной реакции, так как при последующем выпаривании щелочность сока увеличится. После фильтрации, проводившейся для ускорения под разрежением, сок выпаривался в лабораторном вакуум-аппарате до консистенции 5—8 Бр. Проба сока фильтровалась и подвергалась анализу. В некоторых случаях, обычно, когда анализ давал низкую доброкачественность, сок для выяснения его кристаллизационной способности подвергался дальнейшему сгущению. Для этого сок переводился в стеклянную колбу, помещенную на водяной бане и сообщенную с разрежением, и уваривался „на волос" приблизительно до Бр. 82 — 86 по рефрактометру. Затем массе давали постоять с неделю и выясняли (при помощи микроскопа) выпали ли кристаллы или нет. При этом иногда вводилась затравка в виде сахарной пыли на конце стеклянной палочки. Что касается сахара в жоме, то таковой определялся обычным соковым методом.

Особым определением выяснялись загрязнения, вводимые в сок хвостового диффузора напорной водой и прибавляемой известью. Для этого 10 лт. указанной воды были нагреты до 85^0, обработаны 50 гр. порошкообразной негашеной извести и через 20 минут при той же температуре отсатурированы до границы щелочности. В фильтрате найдено 0,041% сухих веществ. Согласно указаниям Э. Р. Карлсона, эти загрязнения в анализах сока хвостового диффузора не учитывались. Возвращаясь к самым результатам исследования, приведенным в таблице 1, следует указать, что они не подтверждают опасений Э. Р. Карлсона, но скорее говорят за то, что ухудшение доброкачественности сока хвостового диффузора при некотором усилении высолаживания не так уже страшно.

Каковы бы ни были результаты исследования сока хвостового диффузора, они отнюдь не решают вопроса принципиального характера: можно ли вообще устанавливать предел высолаживания на диффузии, руководствуясь доброкачественностью сока хвостового диффузора.

Такой авторитетный сахаротехник, как A. Herzfeld, решительно придерживается мнения, что „доброкачественность сока хвостового диффузора ни в коем случае не может служить указателем предела, до которого нужно вести высолаживание" [9]. А. П. Соколов [10], развивая ту же мысль, говорит, что оценку работы на диффузии по анализам сока хвостового диффузора нужно считать неправильной, потому что доброкачественность этого сока еще не характеризует доброкачественности получаемого диффузионного сока. Диффузионная батарея работает, как нечто цельное и принципиально недопустимо рассматривать работу хвостового диффузора обособленно от всей батареи. В процессах диффундирования важна разность концентраций выщелачиваемого вещества в растворителе и объекте выщелачивания.

Проф. Силин [11] считает возможным применить к процессам диффузии следующую формулу:

$$dS = \frac{k_1 (C - c)\, d\Phi}{r}$$

где dS обозначает количество сахара, диффундирующее в 1 минуту, (C — c)—

разность концентраций внутри и вне стружки; dФ—элемент поверхности, через который происходит диффундирование; r—толщина стружки; k_1—коэффициент диффузии, прямо пропорциональный абсолютной температуре T и обратно пропорциональный вязкости среды (воды) — η, т. е. $k_1 = k_2 \frac{T}{\eta}$

Ввиду этого, нужно считать очень убедительной мысль о том, что повышенное введение несахаров в сок хвостового диффузора вследствие усиленного высолаживания, повышая концентрацию несахаров в хвосте диффузионной батареи, должно понижать переход их в голове батареи. Наоборот, то, что из несахаров мы недоизвлечем в последнем диффузоре, мы извлечем хотя и не в полной мере в последующих диффузорах.

А. П. Соколов для определения пределов высолаживания считает единственно правильным „уже не подлежащим никакому сомнению" способ, основанный на анализах диффузионного сока, как в неочищенном, так и в очищенном виде. Технически как будто логичнее исследовать сока после дефекосатурации, ибо несахара, на ней удаляемые, могут интересовать нас лишь с точки зрения работы фильтр-прессов, а не увеличения выхода патоки.

В связи с вышеизложенным на диффузии Верхнячского сахарного завода в истекшее производство было поставлено следующее исследование. Проведение наблюдений приурачивалось по возможности ко времени переработки однородной свеклы. Каждое наблюдение было сдвоенным. Для первой половины наблюдения втечение 6—8 часов на диффузии выдерживалась пониженная откачка. Затем для второй половины наблюдения через некоторый промежуток времени (часа 4) втечение опять 6—8 часов на диффузии выдерживалась повышенная откачка или наоборот. Другие условия работы на диффузии (температуру, нагрузку, длительность оборота, качество стружки) старались держать на одном уровне и во всяком случае точно фиксировали. Точно также на дефеко-сатурации во время исследования поддерживали ровные условия работы, а именно количество даваемой извести 2,4%, длительность непрерывной дефекации 25 минут, температура на ней 85°—90°. Время первой непрерывной сатурации равнялось 15 минутам при температуре 83°—88°. Конечная щелочность 0,04. На II-ой тоже непрерывной сатурации извести не давали и при температуре 91°—93° доводили щелочность до 0,02. При проведении исследования под наблюдение были взяты свекла, как исходный продукт, и жидкий сироп, как конечный, ибо по заводской схеме в жидкий сироп поступала колеровка с последующей затем сульфитацией. Пробы свеклы отбирались с каждого третьего диффузора. Пробы жидкого сиропа отбирались через каждые 15 минут, причем так, чтобы они соответствовали пробам стружки, т. е. они начинали отбираться позже часов на 5. Результаты проведенных наблюдений видны из таблицы 2.

В жидком сиропе определялись изменения его доброкачественности, а также изменения содержания в нем сернокислой золы и азота. За время наблюдений свекла могла изменяться, потому количества золы и азота в жидком сиропе пересчитывались в проценты от содержания таковых же в свекле. Так как было важно иметь сравнимые, хотя бы и относительные результаты, исследование ограничилось определением лишь сернокислой золы; в жидком сиропе для большей быстроты определялось общее содержание азота, каковое и пересчитывалось на содержание вредного азота в свекле.

Описанные сдвоенные исследования требовали значительного труда и внимания главным образом в смысле поддерживания определенных условий работы на диффузии и дефеко-сатурации. Полученные результаты (см. таблицу 2) были крайне неопределенны. Повидимому, несмотря на приложенные усилия, не удалось установить желательной степени равномерности в заводской работе.

Указанное обстоятельство побудило к перенесению исследования в лабораторную обстановку, где процесс диффузии поддавался гораздо более

Таблица 2.

		Условия работы на диффузии							Качество свеклы			
		Откачка	Нагрузка на 1 гектолитр емкости диффузора	Длина стружки в мм.	% мязги	Наивысшая температура на диффузии	Температура напорной воды	Время оборота батареи в минутах	Дигестия	Доброкачественность нормального сока	Вредного азота по Андрлику на 100 ч. сахара	Золы сернокислой на 100 ч. сахара
1	A.	118,4	59,6	15,4	9,2	80°	42°	80	19,6	88,9	0,464	4,13
	B.	107,6	59,2	14,0	10,4	81°	46°	76	19,9	89,3	0,427	3,84
2	A.	110,5	59,6	13,4	8,6	76°	48°	82	19,1	87,4	0,378	3,91
	B.	123,0	59,1	14,2	10,8	78°	42°	75	18,9	88,1	0,413	3,96
3	A.	108,0	58,9	12,8	9,6	76°	47°	78	19,3	88,2	0,549	4,32
	B.	120,6	59,2	13,1	10,0	74°	42°	80	19,5	88,7	0,566	4,61

		Потери на диффузии		Жидкий сироп						
		Сахар в жоме	Сахар в диффузионной воде	Сухих веществ	Доброкачественность истинная	Азот общий на 100 ч. сахара	В %% по вредному азоту в свекле	Сернокислой золы на 100 ч. сахара	В %% сернокислой золы в свекле	Количество известковых солей
1	A.	0,38	0,20	46,74	93,4	0,426	91,8	2,47	59,8	0,140
	B.	0,52	0,26	50,02	93,9	0,386	90,4	2,45	63,8	0,155
2	A.	0,49	0,23	48,31	93,7	0,388	102,6	2,39	61,2	0,185
	B.	0,35	0,20	49,00	92,9	0,381	92,3	2,30	58,1	0,120
3	A.	0,46	0,23	47,84	92,6	0,518	94,4	2,68	62,0	0,180
	B.	0,29	0,17	46,85	92,8	0,538	95,1	2,50	54,2	0,165

точному контролю. Конечно, нижеописанная лабораторная диффузионная батарея резко отличалась от заводской как своим примитивным устройством, так и условиями работы на ней. Управлять ею было довольно трудно и удалось лишь после некоторой тренировки. Наибольшие затруднения представило поддерживание строго одинаковых температурных условий, а также длительностей соприкосновения сока и стружки, особенно для головного диффузора.

Лабораторная диффузия состояла из 8 диффузоров из оцинкованной посудной жести с размерами d = 115 мм., n = 180 мм. в верхней цилиндрической части диффузора и n = 50 мм., d = 15 мм. по нижней конической части его. Нижняя коническая часть диффузора была снабжена жестяной трубкой, проходившей через боковую его стенку для отвода сока. На жестяную трубку была надета резиновая, снабженная зажимом. Коническая часть диффузора прикрывалась ситом. К последнему была приделана дуга, выходившая к верху диффузора, благодаря чему легко выгружался жом.

Диффузоры были снабжены снизу и с боков водяными кожухами толщиной в 15 мм. и подогревались примусами. Сок переводился из диффузора в диффузор переливанием. Свекловичная стружка отбиралась сразу в количестве, достаточном для проведения наблюдения, тщательно перемешивалась и хранилась в жестянных оцинкованных банках с плотными крышками. Чтобы избежать влияния времени хранения, наблюдения чередовались: в одном сначала давали большую откачку, а затем ее уменьшали, в другом наблюдении—наоборот. При всех наблюдениях на диффузии держали 80°—82°, как

наивысшую температуру. Для достижения таковой подогревались 3 головных диффузора. Напорная дестиллированная вода давалась с температурой 45°. Откачка производилась точно каждые 20 минут и таким образом оборот диффузионной батареи равнялся 2 ч. 40 мин. Нагрузка каждого диффузора равнялась точно 500 гр. стружки. Количество воды, проводившееся через диффузионную батарею, регулировалось не „откачкой" из диффузоров, но количеством воды, дававшимся на хвостовой диффузор, а именно 700 кб. см. при меньшей откачке и 950 кб. см. при большей. При переливаниях весь сок из одного диффузора переводился в другой. В графе „откачка" таблицы 3 приведены приблизительные цифры, полученные на основании определения плотности диффузионных соков рефрактометром. Цифры эти меньше действительного количества введенной воды, что неизбежно, если принять во внимание испарение.

На описанной лабораторной диффузии конечно не получалось диффузионной воды. Жом несколько раз взвешивался и оказалось, что его получается в среднем 98% по весу загруженной стружки. В графе „потери на диффузии" даны цифры, полученные от умножения сахара, определенного в жоме, на 0,98.

После того как на диффузии устанавливалась равномерная работа, и анализы жома давали желательные цифры, отбирались пробы диффузионного сока. Они подвергались сухой дефекации 2,5% CaO по весу свеклы при 85° на водяной бане. Длительность дефекации 25 минут. Затем пробы сатурировались до щелочности 0,01, фильтровались через бумажный фильтр и подвергались анализу. Наблюдения, как уже указывалось, были сдвоенными, причем к отбору вторых проб приступали лишь тогда, когда диффузионная батарея целиком переходила на новую откачку. Результаты наблюдений приведены в таблице 3.

Таблица 3.

		Условия работы на диффузии					Сатурационный сок							
		Дигестия	Длина стружки в мт.	%% мязги	Откачка	Потери на диффузии	Сухие вещества	Истинная доброкачественность	Несахара на 100 ч. сахара	Разность несахара на 100 ч. сахара	Общий азот на 100 ч. сахара	Разность азота на 100 ч. сахара	Сернокислой золы на 100 ч. сахара	Разность сернокислой золы на 100 ч. сахара
1	A.	19,6	12,8	10,1	106,0	0,80	19,98	93,34	7,13	1,28	0,406	0,206	2,69	0,63
	B.				148,0	0,21	14,82	92,24	8,41		0,612		3,32	
2	A.	19,0	12,0	8,9	151,0	0,17	14,11	92,77	7,79	0,56	0,482	0,096	2,93	0,47
	B.				102,0	0,83	20,11	92,28	8,35		0,578		2,46	
3	A.	19,4	12,9	8,6	143,0	0,23	15,17	91,83	8,75	1,99	0,462	0,009	2,48	0,12
	B.				107,0	0,68	19,75	93,67	6,76		0,453		2,36	
4	A.	19,2	11,7	9,1	108,0	0,76	19,66	92,32	8,32	1,08	0,553	0,028	3,01	0,13
	B.				151,0	0,17	14,43	91,43	9,40		0,581		3,14	
5	A.	18,8	11,9	10,0	144,0	0,23	14,77	91,29	9,57	0,46	0,593	0,011	3,03	0,05
	B.				104,0	0,71	19,87	91,64	9,11		0,582		2,98	
Среднее		19,2	—	—	—	0,48	—	—	8,36	0,85	0,530	0,032	2,84	0,28

В сатурационных соках определялась истинная доброкачественность, общий азот и сернокислая зола. Наладить определение пектиновых веществ не удалось вследствие отсутствия реактивов и в этом серьезный пробел исследования.

Конечно, исчерпывающий ответ на интересующий нас вопрос о пределе высолаживания дали бы определения, указанные Н. П. Овсянниковым [12] „какого состава получается диффузионный сок, насколько он очищается обычными способами очистки и какую черную патоку дает после всех заводских манипуляций при разных потерях сахара в жоме, начиная от 0,8% и кончая 0,2%, производя испытания одними и теми же способами и над одинаковой свеклой". При проведении настоящей работы пришлось, понятно, ограничиться гораздо более узкими рамками исследования сатурационного сока. За основу для выводов и расчетов был взят принцип Rendement'a. Анализ мелассы, получавшийся на заводе за период исследования, был: сухих веществ—79,96; сахара—48,20; несахара—31,76; на 1 часть несахара 1,52 части сахара; истинная дб.—60,27; золы сернокислой—9,87%; сахара на 1 ч. сернокислой золы—4,85 части; азота 1,82%; на 1 ч. азота—26,4 ч. сахара.

Из таблицы 3 видно, что при усиленном высолаживании уменьшение потерь на диффузии в среднем равно 0,76% — 0,20% = 0,56%. На 100 частей сахара в среднем приходится 8,36 частей несахара. Следовательно вместе с 0,56% сахара было высолажено $\frac{0{,}56 \cdot 8{,}36}{100} = 0{,}047\%$ несахара. Полагаем, что несахар этот имеет такую же патокообразовательную способность, что и несахар патоки. В этом случае в патоку перейдет $0{,}047 \times 1{,}52 = 0{,}071\%$ сахара.

Рассуждая так же для азота, получаем $\frac{0{,}56 \cdot 0{,}53}{100} = 0{,}003$

$0{,}003 \times 26{,}4 = 0{,}079\%$ сахара

и для золы $\frac{0{,}56 \cdot 2{,}84}{100} = 0{,}016 \qquad 0{,}016 \times 4{,}85 = 0{,}078\%$

Далее из таблицы 3 видно, что кроме указанного количества несахаров на диффузии в среднем было дополнительно высолажено: 0,85 несахара, 0,032 азота и 0,28 золы на 100 частей сахара. Среднее содержание сахара в свекле 19,2%. Потеря на диффузии в среднем 0,48%. Для определения потери в грязи на фильтре, принимая во внимание, что грязь не промывается, полагаем, что эта грязь наполовину состоит из сатурационного сока со средним содержанием сахара в нем 15,9%. В таком случае потеря сахара равна $\frac{2{,}5 \cdot 4 \cdot 0{,}159}{2} = 0{,}80\%$. Общая потеря сахара до сатурационного сока равна $0{,}48 + 0{,}80 = 1{,}28\%$, а в сатурационный сок переходит $19{,}2 - 1{,}28 = 17{,}92\%$ сахара.

Пересчитывая излишне высолаженные несахар, азот и золу из таблицы 3 по весу свеклы, получаем:

$$\frac{0{,}85 \cdot 17{,}92}{100} = 0{,}15 \text{ несахара;} \quad \frac{0{,}032 \cdot 17{,}92}{100} = 0{,}006 \text{ азота;}$$

$$\frac{0{,}28 \cdot 17{,}92}{100} = 0{,}040 \text{ золы.}$$

Повторяя вышеприведенное рассуждение, найдем количество сахара, которое дополнительно высолаженный несахар переведет в мелассу равным $0{,}15 \cdot 1{,}52 = 0{,}23$. Излишне высолаженный азот должен бы перевести в мелассу $0{,}006 \cdot 26{,}4 = 0{,}16$, а зола $0{,}040 \cdot 4{,}85 = 0{,}19\%$ сахара. Общее же количество сахара, переходящего в патоку, равно при счете по несахару: $0{,}23 + 0{,}07 = 0{,}30$; по азоту $0{,}16 + 0{,}08 = 0{,}24$ и по золе $0{,}19 + 0{,}08 = 0{,}27$.

Так как при усиленном высолаживании было дополнительно извлечено в среднем 0,56% сахара, а в мелассу по вышеизложенным соображениям

должно перейти 0,30%, то в действительности будет дополнительно получено лишь 0,56 — 0,30 = 0,26% кристаллического сахара, что по отношению к 0,56 составляет 46%.

Конечно, полученные цифры отнюдь не могут претендовать на какое либо общее значение. Эти цифры были получены при определенных условиях устройства диффузионной батареи, сырья, стружки, температуры, откачки, длительности оборота и т. д. Кроме того, описанной лабораторной диффузии присущи некоторые органические дефекты, а именно, постоянное соприкосновение диффузионного сока с кислородом воздуха, набор диффузора сверху, что способствует оставлению в нем пузырей воздуха, изменение теплоемкости батареи с изменением откачки и т. д. Затем данная работа имела в виду лишь один из факторов усиленного высолаживания—откачку, между тем, как аналогичных результатов можно добиться и повышением температуры и увеличением длительности оборота и улучшением качеств стружки. Повидимому сочетание этих факторов удачно применяет Чехо-Словакия, где по свидетельству П. Б. Лукьянова на диффузии теряют лишь 0,42—0,45% сахара вместо наших средних 0,72%. Вот почему на наш взгляд желательны дальнейшие исследования в области определения пределов высолаживания на диффузии, в особенности со стороны тех научных учреждений, которые располагают опытными диффузиями.

Заканчивая настоящую работу, мы не можем не остановиться несколько подробнее на экономической стороне дела, каковая и должна определять предел рентабельного высолаживания. Исходными цифрами для экономического подсчета должны быть уменьшение потерь на диффузии от увеличения откачки либо, наоборот, увеличение потерь от уменьшения откачки. Уместно еще раз оговорить, что такие сопоставления возможны лишь в том случае, когда прочие факторы работы на диффузии (температура, стружка, длительность оборота) доведены до оптимального возможного значения.

Так, например, пересчитывая цифры таблицы 2-ой, получаем таблицу 4, из которой видно, что при увеличении откачки на 10% потери на диффузии уменьшатся на 0,16% сахара по весу свеклы [1]). Делаем допущение, что подсчитанный нами выход добавочно высолаженного сахара в 46% верен

---

[1]) Проф. Силин дает формулы и таблицы, по которым возможно подсчитать уменьшение потерь на диффузии от увеличения откачки, не прибегая к непосредственным определениям. В этих формулах:

t^0m	— средняя температура в диффузионной батарее	63^0
$t^0\alpha$	— температура выгружаемого диффузора	45^0
z	— минут—продолжительность высолаживания (т. е. пребывания стружки в „активных" диффузорах)	70,8
n	— отбор диффузионного сока на 1 кгр. нормального сока стружки при откачке 108,7% по в. свеклы, соковом коэффициенте 89%, содержание сахара в нормальном соке 21,78	1,22
α	— доля, составляемая объемом половины последнего диффузора от „активного" объема батареи	0,056
a	— вес в гр. одного метра стружки	6,6
x	— сумма потерь сахара в жоме и диффузионной воде, отнесенная к сахару нормального сока, принятому за единицу	0,0335
β	— коэффициент, характеризующий работу выгружаемого диффузора =	

$$= \frac{0{,}93\ t\alpha + 10{,}5}{1{,}31\ tm - 7{,}5}\ \alpha = \frac{0{,}93 \cdot 45 + 10{,}5}{1{,}31 \cdot 63 - 7{,}5}\ 0{,}056 = 0{,}039$$

Интерполируя в приводимой проф. Силиным таблице для данных n = 1,22, β 1000 = 39; x · 1000 = 33,5, находим C_1 1000 = 15,7, по C_1 = 15,7 и n = 1,22 находим γ = 6,20.

Увеличение откачки на 10% по в. нормального сока свеклы равно увеличению ее на 10 : 0,89 = 11,2% по в. нормального сока. Подсчитаем потери на диффузии при новой откачке n = 1,33 и при остальных неизменившихся условиях. Так как в таблице соответствующего значения C_1 не оказалось, считаем непосредственно по формуле

$$\frac{n}{n-1} \lg \frac{n-1+C_1}{nC_1} = \gamma\ ;\ \frac{1{,}33}{1{,}33-1} \lg \frac{1{,}33-1+C_1}{1{,}33 \times C_1} = 6{,}2$$

и для рассматриваемого случая. Тогда при цене сахара 25 к. за килограмм, ценность дополученного кристаллического сахара на 1 мц. (см. табл. 4) перерабатываемой свеклы равна $0{,}16 \cdot 0{,}46.\ 25{,}00 = 1{,}84$ к.

Таблица 4.

	1	2	3	Среднее
Увеличение откачки в %% по весу свеклы	10,8	14,5	11,6	12,3
Уменьшение потерь на диффузии в % сахара по в. свеклы	0,19	0,16	0,22	0,19
Уменьшение потерь сахара при увеличении откачки на 10%	0,18	0,11	0,19	0,16

Ценность дополученной патоки, считая содержание сахара в ней равным 50% и цену 1 кгр. ее 3,27 коп., равна $(0{,}16 - 0{,}16 \cdot 0{,}46).\ 2 \cdot 3{,}27 = 0{,}56$. Итого выигрываем $1{,}84 + 0{,}56 = 2{,}40$ коп.

Неизбежным расходом при увеличении откачки является расход на нагревание и выпаривание излишне введенной воды.

Верхнячский сахзавод всего расходует 60% пара, из коих на вакуум-аппараты в переводе на острый пар $\sim 10\%$. Остальные 50% пара расходуется на выпарку и проч. Увеличение откачки на 10% повысит расход острого пара на $\frac{50 \times 10}{100} = 5\%$ по весу свеклы. Испарительная способность топлива равна 8,7; перерасход топлива $\frac{5}{8{,}7} = 0{,}57\%$ по весу свеклы. За последние 3 года на Верхнячском заводе при расходе топлива 8,12% стоимость его на 1 мц. свеклы равнялась 19,25 коп., следовательно стоимость перерасхода топлива равна $\frac{19{,}25 \times 0{,}57}{8{,}12} = 1{,}35$ коп. на мц. свеклы. К определению повышения расходов на топливо можно подойти несколько иначе. По подсчету А. П. Соколова, при увеличении откачки на 10% на нагрев добавочно введенной воды в калоризаторах, решоферах и кипятильнике, а также на выпаривание ее в пятикорпусной выпарке расходуется 3,5 кгр.[1]) острого пара или $\frac{3{,}5}{8{,}7} = 0{,}40\%$ топлива. Перерасход по топливу выразится следующими цифрами:

$$\frac{19{,}25 \times 0{,}40}{8{,}12} = 0{,}95 \text{ коп. на 1 мц. свеклы.}$$

откуда сахаристость „идеального" жома $C_1 = 0{,}0073$. Сахаристость реального жома с найдем из уравнения

$$\lg \frac{(n-1)\,C + C_1}{nC_1} = \beta \cdot \lg \frac{n - 1 + C_1}{nC_1}$$

$$\lg \frac{(1{,}33-1)\,C + 0{,}0073}{1{,}33\ \ 0{,}0073} = 0{,}039 \cdot \lg \frac{1{,}33 + 0{,}0073}{1{,}33 \cdot 0{,}0073}$$

$$C = 0{,}0115$$

В нашем примере сахаристость стружки от конца батареи до 1/2 последнего диффузора поднимается с 0,0073 до 0,0115, т. е. на 0,0042, следовательно, в диффузионную воду в последнем диффузоре в среднем переходит из стружки тоже 0,0042. Полная потеря сахара на диффузии в отбросах $x = 0{,}0115 + 0{,}0042 = 0{,}0157$, а в пересчете на свеклу $21{,}78 \cdot 0{,}0157 = 0{,}34$. Таким образом, при увеличении откачки на 10% потери на диффузии должны снизиться на $0{,}72 - 0{,}34 = 0{,}38\%$ сахара. Непосредственное определение дало 0,16% сахара.

[1]) При подсчете для Верхнячского завода была получена несколько более низкая цифра—3,1 кгр.

Надо думать, что мы наиболее приблизимся к истине, взяв среднее обоих подсчетов

$$\frac{1{,}35 + 0{,}95}{2} = 1{,}15 \text{ коп.}$$

Гораздо труднее определить убытки, причиняемые заводу замедлением заводской работы, вызываемым усиленным высолаживанием. Наиболее рельефная картина получается, если это замедление выражать в процентах и принять, что на столько же процентов повысится определенная часть стоимости технической переработки одного мц. свеклы. К этой части стоимости должны быть отнесены рабочие в производстве, холст фильтр-прессный и салфетки, смазка и прочие вспомогательные материалы, мелкие работы. На Верхнячском заводе все изложенное составляет 9,68 коп. на мц. свеклы.

Что касается замедления заводской работы, проистекающего от увеличения откачки, то, как крайний случай, мыслима задержка, равная в процентном отношении процентному увеличению откачки. Это может иметь место в том случае, когда например фильтр-прессы (это наблюдалась на Верхнячском заводе в производство 1927-28 г. вследствие особенностей фильтр-прессной грязи), либо выпарка едва справляются и с нормальной работой. Вследствие замедления работы на 10% стоимость указанной части технической переработки увеличится тоже на 10%, т. е. на 0,97 коп.

Убыток от потерь сахара в кагатах, вызванный большей длительностью производства, выразится в этом случае следующими цифрами. Вследствие замедления работы на 10%, вместо 1 мц. свеклы завод будет перерабатывать лишь 90 кгр. Остальные 10 кгр. свеклы должны будут перерабатываться в сверхпрограммное время. Если производство расчитано на 100 дней, то придется дополнительно работать еще 10 дней. Недовыработанным 10 кгр. свеклы придется поэтому дополнительно пролежать в кагатах в среднем $\frac{10}{2}$ дней, что при ежесуточной потере в 0,01% сахара даст денежную потерю $\frac{10 \cdot 10 \cdot 0{,}01 \cdot 25}{2 \cdot 100} = 0{,}125$ коп. на 1 мц. перерабатываемой свеклы[1]). Суммарные убытки завода от увеличения откачки на 10% в данном случае будут равны: $1{,}15 + 0{,}97 + 0{,}125 = 2{,}25$ коп. на 1 мц. свеклы.

Конечно, рассмотренный случай замедления производства крайний и ненормальный. Ближе к обычному положению дел такое, при котором увеличение откачки задерживает лишь работу *самой диффузионной батареи*. На последней откачка занимает приблизительно 50% времени. Поэтому увеличение откачки на 10% задержит работу диффузии и всего завода на $\frac{10.50}{100} = 5\%$. При этом стоимость вышеуказанной части технической переработки увеличится на $\frac{9{,}7 \times 5}{100} = 0{,}48$ коп., а потери от хранения в кагатах на

$$\frac{5 \cdot 5 \cdot 0{,}01 \cdot 25{,}00}{2 \cdot 100} = 0{,}03 \text{ коп.}$$

Суммарные убытки в этом случае равны $1{,}15 + 0{,}48 + 0{,}03 = 1{,}66$ к. на 1 мц. свеклы.

Возможен, наконец, такой случай, когда на диффузии между операциями „откачки“ и набора „соком“ существуют некоторые промежутки времени, за счет которых можно увеличивать продолжительность откачки. В этом случае

[1]) Здесь нужно отметить, что при хранении свеклы, помимо потерь сахара возможно ухудшение ее качеств, например, переход азота из белкового во вредный (см. работы Friedl'я, Ö. 1912 г, 698 и И. Дохленко, ЗИК т. IV стр. 77). Ухудшение качества свеклы должно вызвать увеличение выхода патоки. К сожалению, в литературе отсутствуют данные, которые могли бы быть положены в основу денежного подсчета.

увеличение откачки не вызовет вовсе замедления работы на диффузии. Того же иногда можно достичь увеличением давления в насосе, качающем воду на диффузию.

Все вышеизложенное о пределе высолаживания путем увеличения откачки не может, конечно, считаться окончательным решением этого вопроса. Нам думается все же, что внесена бо́льшая ясность в самую постановку проблемы и разработаны методы к ее окончательному разрешению.

В заключение считаю своим приятным долгом выразить глубокую благодарность директору завода инженеру В. Н. Прокопчуку за оказанное содействие и инж. И. Н. Каганову за сделанные при проведении работы указания.

ЛИТЕРАТУРА.

1. *K. Stammer.* Lehrbuch der Zuckerfabrikation, Braunschweig, 1874, стр. 325.
2. *Э. Р. Карлсон.* К вопросу о пределах выщелачивания на диффузии. Зап. 1915, стр. 199.
3. *Э. Р. Карлсон.* Очерки свеклосахарного производства. М. 1927, стр. 21.
4. *Эм. Карлсон.* О пределах выщелачивания на диффузии. Зап. 1901, стр. 187.
5. *Hallescher Zweigeverein.* Sitzung vom 4, III, 1897, (Z. 1897, 645).
6. *H. Claassen.* Über die durch die Verschlechterung der Säfte gebotenen Grenzen der Auslaugung in der Diffusion. Z. 1897, S. 122.
7. *A. Gröger.* Über die Grenzen der zullässigen Diffusionsverluste. Ö. 1901, 720.
8. *S. Bohle.* Einige Laboratoriumsversuche über Diffusionsnachsäfte. (D. Z. 1908, стр. 275).
9. *A. Herzfeld.* Diffusionsversuche des Vereinslaboratorium in der Campagne 1896/97. Z. 1897, стр. 544.
10. *А. П. Соколов.* Оценка работы диффузии в связи с допустимыми потерями и графическое решение этой задачи. Зап. 1916, стр. 51.
11. *П. М. Силин.* Теория работы диффузионной батареи, Сборник статей № 6—7, 1922, стр. 142.
12. *Н. П. Овсянников.* Потери на диффузии. Зап. 1915, стр. 223.

(Получена редакцией 25 августа 1928 г.)

Новое в области кристаллизации и патокообразования.

Проф. И. А. Кухаренко и инж. И. Н. Каганов.

Физико-химия принадлежит к числу тех наук, которые особенно успешно развиваются в последнее время. В процессе этого развития применяются новые, более совершенные методы исследования, возникают новые точки зрения, прокладываются новые пути. Успехи в физико-химии не могли, конечно, не отразиться в особенности на изучении таких процессов, как кристаллизация и патокообразование. Судя по литературе, на этом участке научно-исследовательской работы замечается в последнее время бодрящее оживление. Мы не сомневаемся в том, что нашим сахаротехникам будет интересно ознакомиться с кратким критическим обзором главнейших работ в области кристаллизации и патокообразования, опубликованных в 1927 г.

Вопросу скорости кристаллизации в смысле роста уже существующих кристаллов посвящена работа K. Sandera [1]). K. Sandera изучал процесс кристаллизации чрезвычайно концентрированных (до 97° Бр.) растворов чистой сахарозы, равно как и растворов сахарозы в смеси с ангидридом бетаина либо безводным хлористым кальцием. Для определения скорости кристаллизации сахарозы K. Sandera применял особый метод. Метод этот описан в Научных Записках т. VI, стр. 50; там же против него сделано одно существенное возражение. Мы не будем останавливаться на описании этого метода; однако, не можем обойти молчанием критику со стороны K. Sandera метода определения скорости кристаллизации, предложенного И. Ку-

[1]) Tsch. LI, 401.

харенко. K. Sandera, указывая, что различные поверхности кристаллов сахарозы должны обладать различной скоростью роста, полагает невозможным характеризовать скорость кристаллизации количеством сахарозы, отлагающимся на единице поверхности кристалла в единицу времени. Не подлежит сомнению, что принципиально это действительно так. Известно ведь, что разность скоростей роста различных поверхностей кристаллов, напр. серноватисто-кислого натрия, может достигать величины, при которой быстро растущие грани исчезают на глазах у наблюдателя; поврежденные грани кристалла всегда растут гораздо быстрее нормальных граней, как бы стремясь восстановить первоначальную кристаллографическую форму. Но с другой стороны не подлежит также сомнению, что при больших кристаллах сахарозы, на которых уцелели поверхности, очевидно, с наименьшей скоростью роста, при небольшом увеличении кристалла за период кристаллизации во время эксперимента можно и должно говорить об определенной средней скорости кристаллизации.

Результаты своих наблюдений K. Sandera изображает на диаграмме (см. рис. 1). По оси абсцисс отложена продолжительность кристаллизации

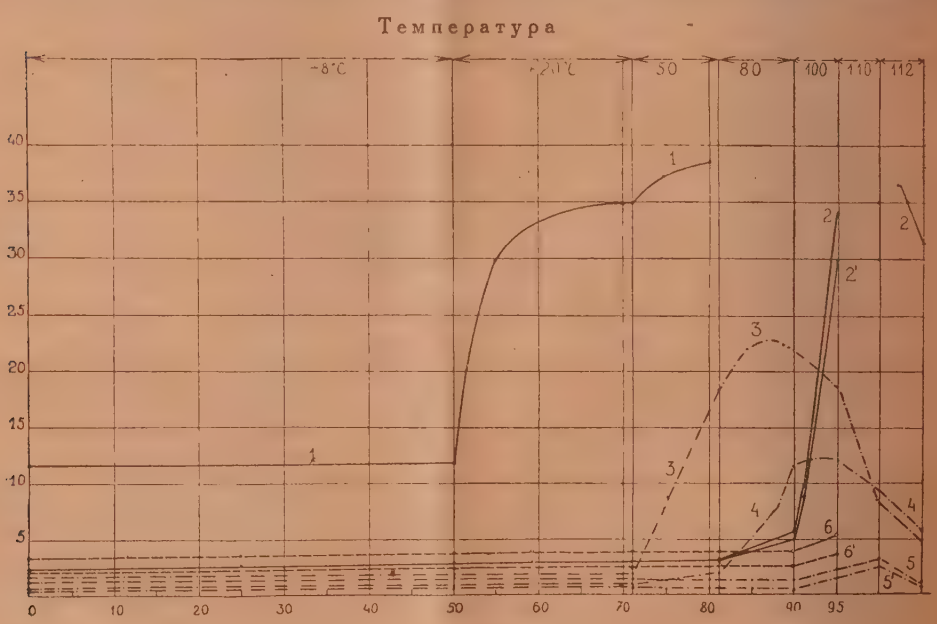


Рис. 1.

в часах, по оси ординат—количество сахара в виде кристаллической твердой фазы, выраженное в процентах по весу раствора. Во время процесса кристаллизации температура подвергалась изменениям в пределах от—8° до +112°. Так, втечение первых 50 часов температура равнялась —8°, втечение следующих 20 час. +20° и т. д. Изменения температуры указаны вверху диаграммы.

Кривая 1 изображает ход кристаллизации раствора, состоящего из 91,5% сахарозы и 8,5% воды. Как видно из диаграммы, в этот раствор была введена затравка в количестве 12% сахарной пыли (твердая фаза). Из той же диаграммы видно, что при —8° раствор 1 не кристаллизовался. При 20° и 50° кристаллизация проходила очень успешно. При температурах выше 100° количество сахара в кристаллах (твердая фаза) уменьшалось, очевидно, потому что раствор при этой температуре становился ненасыщенным.

Кривая 2 соответствует раствору с содержанием 97,33% сахарозы и 2,67% воды. В этом случае медленная кристаллизация начинается лишь при 80° и быстро идет при 100°. При 112° раствор становится ненасыщенным и количество сахара в кристаллах уменьшается. Остальные кривые 3—6 показывают, насколько некоторые несахара (ангидрид бетаина и безводный хлористый кальций, склонные к образованию гидратов) уменьшают температурные пределы (до предела между 100 и 110 градусами), в которых возможна кристаллизация сахарозы.

K. Sandera считает своими исследованиями выясненным, что в сильно пересыщенных растворах кристаллизация начинается лишь при определенной повышенной температуре, несмотря на то, что коэффициент пересыщения при этом падает. Так как прочие свойства растворов в указанных температурных пределах остаются почти без изменения и значительно изменяется лишь вязкость, возможно принять, что кристаллизация действительно в большой степени зависит от вязкости.

Остается несколько непонятным, почему K. Sandera, придя к такому выводу и владея разработанным им же методом для определения высокой вязкости, методом, описанным в рассматриваемой работе, определял вязкости не тех растворов, кристаллизации которых зафиксированы на диаграмме рис. 1 и не определял изменения вязкости в связи с изменением температуры,—короче говоря, непонятно, почему диаграмма рис. 1 не увязана с соответствующими изменениями вязкости.

H. Cassel и E. Landt [1]) пытаются подойти к вопросу образования кристаллов сахарозы с точки зрения теории Volmer'a. По аналогии (в данном случае несовсем обоснованной. И. К.) с газами, сделав некоторые допущения, напр., что зародыш кристалла имеет шарообразную форму, что поверхностное натяжение постоянно по всей поверхности кристалла и т. д., H. Cassel и E. Landt получают уравнение:

$$\ln \frac{Cr}{C\infty} = \frac{\text{Const} \cdot \sigma}{T \cdot r} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

В этом уравнении Cr — концентрация данного пересыщенного раствора, $C\infty$ — концентрация насыщенного раствора, σ — поверхностное натяжение (ПН); T — абсолютная температура; r — радиус кристаллика. Уравнение (1) определяет минимальный радиус кристаллика — r, который может существовать при концентрации Cr. Из уравнения видно, что чем пересыщение выше, тем меньше радиус этого кристаллика.

Появление новой (кристаллической) фазы связано с появлением новых поверхностей, обладающих определенной поверхностной энергией, и, значит, с затратой в связи с этим определенного количества работы. Работа эта равна

$$w = \frac{4}{3} \pi \sigma r^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

(обозначения прежние). Потребностью в таком количестве работы w можно повидимому объяснить самую возможность существования пересыщенных растворов. Как видно из уравнения (2), w может быть понижено либо при уменьшении r — для чего, согласно формуле 1 должно быть повышено пересыщение), либо при уменьшении σ. Уменьшение σ может иметь место вследствие присутствия поверхностно-активных несахаров [2]). Исходя из этого, авторы считают вероятным, что присутствие некоторых несахаров может облегчить процесс зарождения кристаллов сахарозы, по сравнению с чистыми сахарными растворами. Причем, в обоих случаях очевидно исключается зара-

[1]) Z. 1927, 483.

[2]) Поскольку должна существовать зависимость между ПН на границе раствор-кристалл и ПН на границе раствор-воздух, приведенные рассуждения делают несколько проблематичными соображения Lindfors'a [F. a. S. 1924, 110], полагающего, что повышение ПН свидетельствует об улучшении технических качеств сахарного раствора. Впрочем, против этих соображений еще раньше сделаны серьезные экспериментальные возражения. И. К.

жение растворов кристалликами из атмосферы. В дальнейшем авторы намерены экспериментально проверить высказанные ими предположения. Что касается роста кристаллических зародышей, то тут по воззрениям авторов действуют совсем другие закономерности. В первую очередь на рост кристаллов оказывает значительное влияние вязкость растворов, и, согласно работам Marc'a, нужно думать, что присутствие несахаров замедлит скорость дальнейшей кристаллизации сахарозы.

Из числа работ, связанных с изучением самих кристаллов сахарозы, нужно отметить работу венгерского химика G. Vavrinecz'a [1]), который определил элементы кристаллов сахарозы

$a:b:c = 1{,}2518:1:0{,}89458;\ \beta = 102^0\,55{,}24'$,

вместо принятых величин Wolff'a

$a:b:c = 1{,}2595:1:0{,}8782;\ \beta = 103^0\ 30'$

Повышающаяся требовательность потребителя в отношении цветности сахара заставляет глубже изучать причины и условия возникновения таковой. К исследованиям такого рода, следует отнести работу шведского химика H. Lunden'a [2]), который продолжал свои исследования, связанные с предпочтительным адсорбированием кристаллами сахарозы одних красящих веществ („аметист") по сравнению с другими (карамели). Первые красящие вещества должны быть, по Lunden'y, признаны значительно более вредными в производстве по сравнению со вторыми.

Желая выяснить, какие вещества предпочтительнее адсорбируются кристаллами сахарозы, J. Bergé [3]), подверг усиленному фугованию сахар-сырец. Была применена лабораторная центрофуга Sharpless диаметром 45 мм. Она приводилась во вращение со скоростью до 42000 оборотов в мин. Исследование оттеков, полученных при помощи этой центрофуги, показало, что неорганические несахара отделяются легче органических. На этом основании J. Bergé приходит к выводу, что органический несахар сильнее адсорбируется кристаллами сахарозы и что это именно он, по преимуществу, включается в растущие кристаллы, обусловливая их цветность.

Изучая влияние вводимы хв вакуум-аппарате оттеков, W. Köthe [4]) пришел к выводу, что бо́льшая или меньшая цветность густого сиропа не оказывает особого влияния на цветность получаемых кристаллов; введение же в вакуум-аппарат оттеков в количестве, превышающем 35%, сильно повышает цветность сахара.

Переходя к самому процессу варки, с удовлетворением отмечаем в этой области результаты трехлетнего труда голландского химика J. G. Thieme [5]). Автор избрал уваривание утфелей темой для своей докторской диссертации. Можно пожалеть, что работа J. Thieme связана с тростниково-сахарным производством и его специальными интересами. Несмотря на это, и хотя с некоторыми положениями J. G. Thieme нельзя согласиться, работа эта представляет большой интерес и мы полагаем в другом месте еще возвратиться к более детальному ее разбору.

По вопросу о кристаллизации в мешалках в литературе нельзя отметить ничего нового. Продолжается дискуссия по поводу кристаллизаторов Lafeuille. Имеются сведения [6]), что при опытах, проведенных в Натале в мешалках Lafeuille, утфеля охлаждались с 65—75° до 30—40° втечение 2,5—3 часов, между тем, как в обычных мешалках за то же время температура понижалась лишь на 6—8°. Патоки, полученные в мешалках Lafeuille, имели Дб. ниже обычной единицы на четыре, соответственно чему возрастал

---

[1]) Tsch. LI, 39.
[2]) C. Z. 1927, 75.
[3]) S. B. 1926—27, 202.
[4]) C. Z. 1927, 496.
[5]) A. XXXIV, 47, 50; XXXV, 2, 3, 8, 11, 16, 19. F. a. S., 1927, 746, 772, 794, 820, 866, 944 1040, 1062, 1112, 1136, 1154, 1186, 1208, 1232, 1246.
[6]) I. S. 1927, 361.

выход кристалла. Saillard же [1]) в результате своих наблюдений не мог констатировать преимуществ кристаллизаторов Lafeuille перед обыкновенными.

В области изучения принципов патокообразования можем отметить появление очень содержательной работы J. Dedek'a [2]). Хотя не со всеми положениями этой работы можно согласиться, считаем нужным разобрать ее подробнее.

Наиболее точным определением технической патоки [3]) J. Dedek считает следующее: „патока это маточный раствор, полученный в результате многократных кристаллизаций сахарозы из нечистых растворов, из которого (раствора) на практике уже не получают сахара путем простой кристаллизации". Сказать вместо „не получают"—„не может быть получено" справедливо лишь по отношению к действительно истощенной предельной патоке, (каковая впрочем не очень отдалена от технической).

Излагая современные взгляды на происхождение патоки, J. Dedek иллюстрирует их нижеследующей диаграммой (см. рис. 2). По оси x отложено содержание несахара в % по весу раствора; по оси y—содержание сахара. abcd—кривая насыщенных растворов сахарозы для определенной температуры. Эта кривая делит диаграмму на 2 участка: все точки под ней принадлежат ненасыщенным растворам, над ней—пересыщенным. Точка a соответствует растворимости сахарозы в чистом растворе.

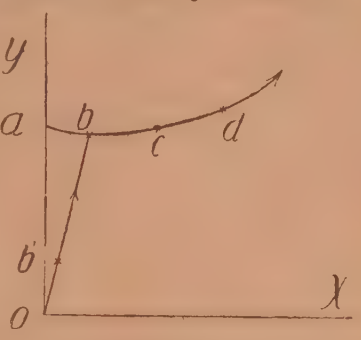


Рис. 2.

Растворы изменяющейся концентрации, но одинаковой Дб. изображаются прямыми, исходящими из начала координат. Так, пусть сатурационный сок соответствует точке b'. При сгущении его (температура предполагается постоянной) Дб. изменяться не будет, и сок достигнет насыщения в точке b. В этой точке должно начаться выделение кристаллической сахарозы, если не учитывать влияния пересыщения. При продолжающемся уваривании и выделении сахарозы, концентрация несахаров возрастает, и состояние насыщения увариваемого раствора будет характеризоваться перемещением по кривой abcd.

Характер этой кривой, т. е. удаляется ли она от оси x (повышается ли растворимость сахарозы с повышением содержания несахаров) либо приближается к ней [4]) по мнению J. Dedek'a, нельзя считать выясненным.

Кривая на диаграмме рис. 2 изображена в согласии с исследованиями Herzfeld'a.

Для уяснения сущности патоки большой интерес должен представлять момент, когда маточный раствор становится насыщенным также и в отношении несахаров. В этом случае диаграмма (рис. 2) должна быть дополнена второй кривой fe (см. рис. 3, стр. 152), характеризующей растворимость несахара в растворах с повышающимся содержанием сахарозы. Обе кривые пересекаются в точке e, характерной для „двустороннe насыщенного" раствора. При дальнейшем выпаривании такого раствора из него должна выделяться смесь сахара и несахара.

Если сахар образует с несахаром какое либо постоянное соединение, тогда кривые, изображенные на рис. 3, должны быть пересечены третьей кривой, изображающей растворимость этого соединения в растворах с различным содержанием сахара и несахара (см. рис. 4, стр. 152). При выпаривании такого раствора в точке g должна начать выделяться смесь сахара и несахара.

---

[1]) C. Z. 1927, 330.
[2]) Z. 1927, 495.
[3]) Здесь и в дальнейшем под патокой разумеется кормовая патока, мелясса.
[4]) Последний случай имеет, напр., место в патоках тростникового производства.

Указанные точки „двусторонне насыщенных“ растворов являются теоретическими пределами возможностей кристаллизации чистой сахарозы и в то же время теоретическими пределами истощения патоки. К сожалению, достичь этих пределов не удается; кристаллизация сахарозы прекращается раньше заметного выпадения несахара.

В связи с растворимостью сахара и несахара, решение проблемы патокообразования сводится, в сущности, к решению таких вопросов; есть ли на кривой abcd (см. рис. 2) определенная точка, в которой кристаллизация сахарозы прекращается; где эта точка находится и, что самое главное, какие причины обусловливают ее существование. Попытку объяснить неспособность патоки кристаллизоваться ее вязкостью следует признать неудачной. В тростниково-сахарном производстве патоки более вязки и все же кристаллизуются до Дб. 30. По Sandera сильно пересыщенные растворы сахарозы обладают вязкостью в миллион раз превосходящей вязкость патоки и, несмотря на это, проявляют еще измеримую скорость кристаллизации.

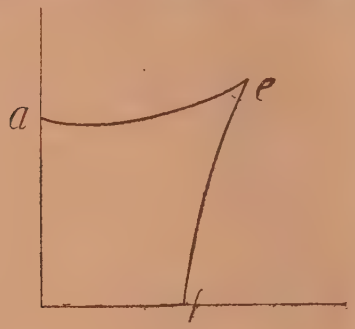


Рис. 3.

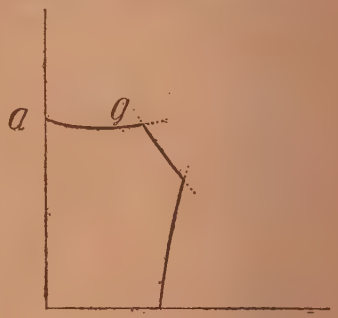


Рис. 4.

Изучение влияния несахара на патокообразование уже давно показало, что „несахар“ нельзя в этом отношении рассматривать, как нечто цельное, единое. Еще Marschall выяснил, что по оказываемому влиянию на растворимость сахарозы следует различать положительные (повышающие растворимость сахарозы), безразличные и отрицательные несахара-патокообразователи. Разные исследователи сводили патокообразование к влиянию различных элементов несахара: к влиянию золы, „вредного“ азота, „вредной“ золы и т. д. Но эти выводы не покоились на достаточном фактическом материале и, что в данном случае важнее, не были теоретически обоснованы.

Работы Marc'a показали, что примешивание к пересыщенному раствору коллоидных веществ сильно тормозит и даже вовсе приостанавливает процесс кристаллизации. Активными в этом отношении являются коллоидные вещества, способные адсорбироваться поверхностями кристаллов, растущих в пересыщенном растворе.

В излагаемой работе J. Dedek выяснял влияние коллоидов, выделенных путем диализа, на скорость кристаллизации [1]) сахарозы. Оказалось, что прибавление коллоидных веществ в растворы чистой сахарозы действительно замедляло скорость кристаллизации, причем дозы коллоидов, вводимые первоначально, были наиболее активны. По силе своего тормозящего кристаллизацию воздействия коллоидные вещества располагаются в следующем возрастающем порядке: коллоидные вещества карамели, пектина, норитированной патоки, той же патоки неноритированной, нормального сока, густого сиропа.

---

[1]) Зная и хорошо отзываясь о методе определения скорости кристаллизации, предложенном И. Кухаренко („die schönen Versuche Kucharenkos und seiner Schüler“), J. Dedek все же определял скорость кристаллизации сахарозы и притом относительную скорость, пользуясь своим методом (см. Н. З. т. VI, стр. 52), который на наш взгляд должен давать менее точные результаты.

В другой серии опытов технические сока и растворы обрабатывались активными углями, либо $CaCO_3$ и $Ca_3(PO_4)_2$. При этом, как известно, удаляются коллоидные вещества. Оказалось, что указанная обработка повышает скорость кристаллизации сахарозы. На рис. 5 изображено ускорение кристаллизации сахарозы из растворов сахара-сырца, вследствие обработки норитом. На ось ординат нанесены ускорения, на ось абсцисс количества норита в процентах. Как видно, это ускорение достигает по J. Dedek'у внушительной цифры в 92%. Здесь уместно отметить, что И. Каганов и Б. Красильщиков, применяя 5% норита, наблюдали значительно меньшие ускорения кристаллизации [1]).

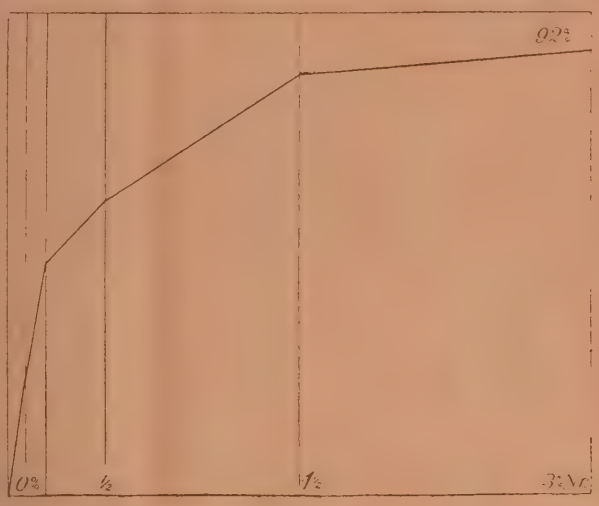


Рис. 5.

Для теории патокообразования центр тяжести лежит не в вопросе: замедляют ли коллоидные вещества процесс кристаллизации, а в том, могут ли они совершенно прекратить кристаллизацию сахарозы из ее пересыщенного раствора? Опыты, специально поставленные J. Dedek'ом, дали на этот вопрос отрицательный ответ. В присутствии даже самых активных коллоидов, взятых при том в количествах, значительно превосходящих встречающиеся на практике, сахароза выкристаллизовывалась целиком и без остатка.

Исходя из изложенного, J. Dedek полагает, что наибольшей патокообразующей способностью обладают соли, входящие в состав патоки. Для выяснения сущности патоки и ее неспособности кристаллизоваться имеет большое значение изучение растворов, насыщенных двусторонне (т. е., как в отношении сахара, так и в отношении какого либо несахара). Изготовленные J. Dedek'ом такие растворы при 15° имели следующий состав: (см. табл. 1, стр. 154).

Двусторонне насыщенные растворы помещались в эксикатор с $CaCl_2$ и выдерживались там определенное время при периодическом перемешивании. Температура около 15°. Растворы заражались затравкой сахарозы и соответствующей соли. Условия кристаллизации (в смысле длительности, перемешивания, затравки) следует считать лучшими, чем заводские. Все же кристаллизация протекала затрудненно, а для некоторых смесей и вовсе не наступала. Полученные результаты сведены в таблице (см. табл. 2, стр. 154).

Разбирая полученный экспериментальный материал, J. Dedek графически наносит результаты исследования на диаграмму с треугольными координатами. Одна из вершин равностороннего треугольника соответствует чистой воде (H_2O), другая—чистой сахарозе (S) и третья какой либо чистой соли, несахару (N). Точки, включенные в треугольник, соответствуют всем возможным комбинациям из этих трех компонентов. На рис. 6 abc—кривая насыщенных растворов. Точка c—насыщенный водный раствор сахарозы, точка a—насыщенный водный раствор какой либо чистой соли, точка b—двусторонне насыщенный раствор. Пусть составу выпариваемого раствора соответствует, напр., точка d. В этом случае процесс выпаривания характеризуется прямой

[1]) Н. З. т. VI, 344.

Таблица 1.

Растворы, двусторонне насыщенные при 15°.

	На 100 ч. воды		Дб.	Растворимость сахарозы в %	Ч. сахара на 1 ч. несахара	Мол. сахарозы на 1 эквив. соли
	соли	сахара				
LiCl	72	86	54,3	43,4	1,19	0,119
NaCl	39	220	84,9	111,2	5,64	1,028
Na_2CO_3	24	215	89,8	108,8	8,97	1,380
Na_2SO_4	22	174	88,8	87,8	7,92	1,702
Na_3PO_4	19	199	91,2	100,5	10,47	1,632
$NaHCO_2$	94	223	70,3	112,8	2,37	0,472
Na уксуснокисл.	72	245	77,2	127,5	3,40	0,822
CCl_3CO_2Na	105	219	67,6	110,6	2,09	1,128
$Na_2C_2O_4$	3	198	98,6	100,0	66,00	13,720
Na лимоннокисл.	49	155	76,0	78,3	3,16	0,893
Na бензойнокисл.	63	202	76,3	104,0	3,21	1,348
NaK виннокамен.	60	184	75,3	92 8	3,07	0,934
KCl	39	220	84,9	111,2	5,64	1,233
KBr	78	238	75,3	120,3	3,07	1,074
KJ	166	305	64,8	154,2	1,84	0,891
KNO_3	28	199	87,7	100,5	7,12	2,120
K_2CO_3	112	189	62,8	95,5	1,69	0,338
K_3PO_4	109	229	67,7	115,8	2,10	0,435
K_4FeCy_6	23	179	88,6	90,4	7,78	2,054
K уксуснокисл.	227	199	46,7	100,5	0,877	0,252
$MgSO_4$	23	133	85,2	67,2	5,78	0,993

Таблица 2.

Раствор	Длительность сгущения	Приблизит. начало кристаллизации через	% всего испаренного количества воды	Мол. сахара на 1 эквивалент соли	
				до кристаллизации	после кристаллизации
Сахароза	28 дней	4 дня	58	0	0
„ +LiCl [1]	33 „	∞	64	0,149	
„ NaCl	19 „	9 дней	39	1,028	0,924
„ Na_2CO_3	28 „	6 „	33	1,380	1,064
„ Na_2SO_4	25 „	2 „	36	1,702	1,716
„ Na_3PO_4	25 „	6 „	35	1,632	1,131
„ Na муравьин.	36 „	<16 месяц.	34	0,472	
„ Na уксуснокисл. [1]	107 „	∞	46	0,822	
„ Na трихлоруксуснокисл.	24 „	16 „	38	1,128	?
„ Na щавелевокисл.	25 „	4 дня	38	13,720	10,610
„ Na лимоннокисл.	19 „	5 „	47	0,893	0,744
„ Na бензойнокисл.	17 „	5 „	40	1,348	?
„ NaK виннокам.	28 „	8 „	44	0,934	0,817
„ KCl	28 „	6 „	36	1,233	1,192
„ KBr	19 „	10 „	42	1,074	0,967
„ KJ	26 „	<16 месяц.	50	0,891	
„ KNO_3	19 „	6 „	36	2,120	1,825
„ K_2CO_3 [1]	26 „	∞	33	0,338	
„ K_3PO_4 [1]	24 „	∞	41	0,435	
„ K_4FeCy_6	13 „	4 дня	51	2,054	1,836
„ K уксуснокисл. [1]	26 „	∞	12	2,252	
„ $MgSO_4$	21 „	5 дней	41	0,993	0,930

H_2Odc, соответствующей прямой Ob b рис. 2. В точке l выпариваемый раствор становится насыщенным относительно сахара.

Ход процесса кристаллизации усложняется явлением пересыщения, которое имеет разную величину в зависимости от состава раствора и от условий кристаллизации. Пусть в рассматриваемом примере кристаллизация начнется

[1]) Кристаллизация не наблюдалась по истечении 16 месяцев.

в точке f рис. 6. Если без дальнейшего выпаривания выделится весь „пересыщающий“ [1]) сахар, мы придем к насыщенному раствору, характеризуемому точкой e', лежащей на пересечении кривой насыщенных растворов и прямой Sf. Продолжая выпаривание, вновь достигаем потребного пересыщения и т. д. Путем подобных операций мы приходим к точке „двустороннего насыщения“ b, где должна начать выделяться смесь сахара и соли. Влияние пересыщения может чрезвычайно сильно сказаться в этой точке и даже, как это изображено на рис. 7, сделать раствор вовсе некристаллизующимся при самом сильном сгущении. На диаграмме рис. 7 $\alpha\alpha'$ и $\beta\beta'$ изображают (мы здесь сознательно допускаем некоторое искажение рассуждений J. Dedek'a в целях большей простоты изложения. И. К.) кривые пересыщенных кристаллизующихся растворов. Линия $H_2O a' a$ нигде их не пересекает [2]). J. Dedek считает возможным, что некоторые несахара, особенно при высокой температуре, вовсе не дают точки двустороннего насыщения. При низких Дб. такие растворы должны либо слабо кристаллизоваться, либо не кристаллизоваться вовсе, т. е. явятся патоками. Сказанное хорошо иллюстрируется диаграммой, представленной на рис. 8 (стр. 156).

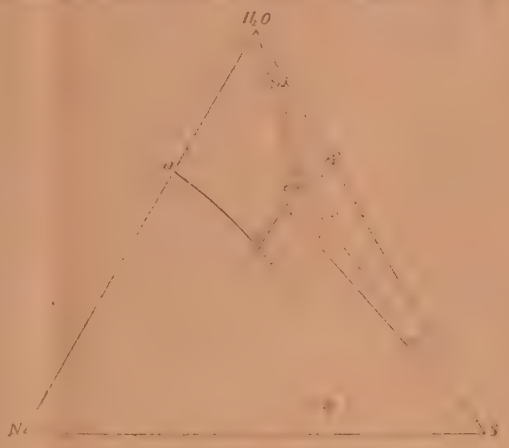


Рис. 6.

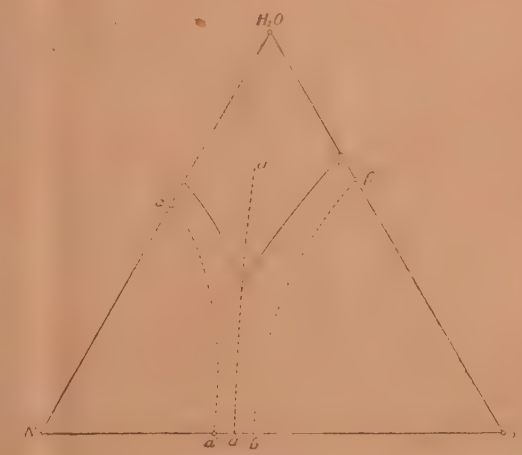


Рис. 7.

J. Dedek полагает, что из диаграммы аналогичной, приведенной на рис. 7, сразу же (auf den ersten Blick) можно усмотреть наибольшую вероятность достижения такого некристаллизующегося состояния в том случае, когда H_2O a'a делит пополам угол между осями сахара и несахара, т. е. тогда, когда выпариваемый раствор содержит равномолярные количества сахара и несахара.

Сведенные J. Dedek'ом в таблицу 3 результаты многочисленных анализов паток, произведенных различными исследователями, показывают, что в патоках сахароза и K + Na содержатся в *равномолярных* концентрациях.

Что зависимость между молярным составом растворов и их кристаллизационной способностью существует, видно также из рис. 9. На нем представлена часть диаграммы в треугольных координатах вблизи вершины H_2O. На этой диаграмме для различных солей нанесены точки, соответствующие таблице 2 (стр. 154). Вертикальная прямая H_2O A, которая делит диаграмму на две части, соответствует растворам с равномолекулярными количествами

[1]) См. И. Кухаренко. „Спутник варщика“, стр. 25.

[2]) Кстати, из диаграммы рис. 7 следует, что с понижением Дб. возрастает коэффициент пересыщения (не учитывая коэффициента насыщения. И. К.), потребный для кристаллизации.

Таблица 3.

Патока	Автор и дата исследования		Количество анализов	Молярная концентрация	
				Сахарозы	K + Na
Немецкая и австро-венгерская	Bodenbender	1876	18	0,185	0,184
Тоже	Bodenbender	1880	16	0,188	0,181
Французская	Pagnoul		120	0,182	0,131
Моравская	Mategczek	1880		0,166	0,158
Богемская	Andrlik	1901	9	0,142	0,136
»	»		6	0,142	0,134
Русская	Минц	1907	54	0,142	0,143
»	»		5	0,135	0,136
Американская	Meyer	1909	2	0,152	0,146
Богемская	Stanek	1914	16	0,143	0,131
Датская	Phönix	1926	1	0,144	0,141

соли и сахарозы. Растворы, которые кристаллизовались уже во время испарения, не подчеркнуты. Одной чертой подчеркнуты растворы, которые выкристаллизовались спустя 16 месяцев. Растворы, которые за тот же промежуток времени выделили лишь мало кристаллов, подчеркнуты дважды и те растворы, которые вовсе не кристаллизовались, подчеркнуты трижды.

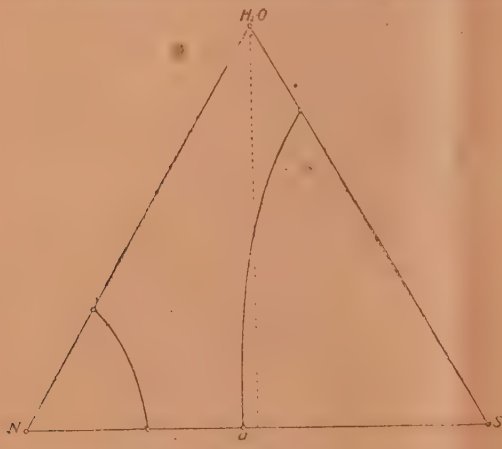


Рис. 8.

При первом же взгляде на диаграмму видно, что все растворы (за исключением натриевой соли трихлороуксусной кислоты), которые с трудом, либо вовсе не кристаллизуются, находятся в левой половине диаграммы, т. е. в той, которая соответствует растворам с молярной *концентрацией* солей, превосходящей концентрацию сахарозы. Таким образом, исследования J. Dedek'a, представляя большой интерес, все же не дают возможности подвести четкое теоретическое обоснование под выдвинутое им положение, что патоки суть именно равномолярные растворы сахарозы и солей либо их катионов.

С другой стороны то обстоятельство, что в патоках сахароза и K + Na находятся в равномолярных концентрациях, побуждает предполагать химическое между ними соединение. J. Dedek приводит ряд соображений, из которых видно, что эти соединения не носят стехиометрического характера классической химии, но связаны с явлениями гидратов простых и комплексных, полярности и т. д. Эти сложные соединения, в связи с особенно сильно сказывающимся для сложных и концентрированных растворов тормозящим действием вязкости и коллоидных веществ, и объясняют, по мнению J. Dedek'a, сущность патоки, как некристаллизующегося раствора.

Итак, J. Dedek настаивает на том, что натриевые и калиевые соли органических кислот являются важнейшими патокообразователями и поэтому о степени истощения патоки можно судить по отношению сахарозы к Na и K, причем теоретическим пределом истощения можно, приблизительно, считать равномолярные концентрации. С этой точки зрения критерием для всякого рода очистительных процессов, дефеко-сатурации, и т. д. является их способность удалять соли Na и K.

Чрезвычайно низкое содержание щелочных солей в патоках тростниково-сахарного производства невольно вызывает вопрос, насколько их количество может быть уменьшено в свекле? Цифры, опубликованные в литературе, показывают, что с успехами селекции количество указанных солей в свекле уменьшается. При оценке качества свеклы следует наряду с другими факторами принимать в расчет содержание в них Na и K, ибо оно определяет самую большую из потерь—потерю в патоке [1]).

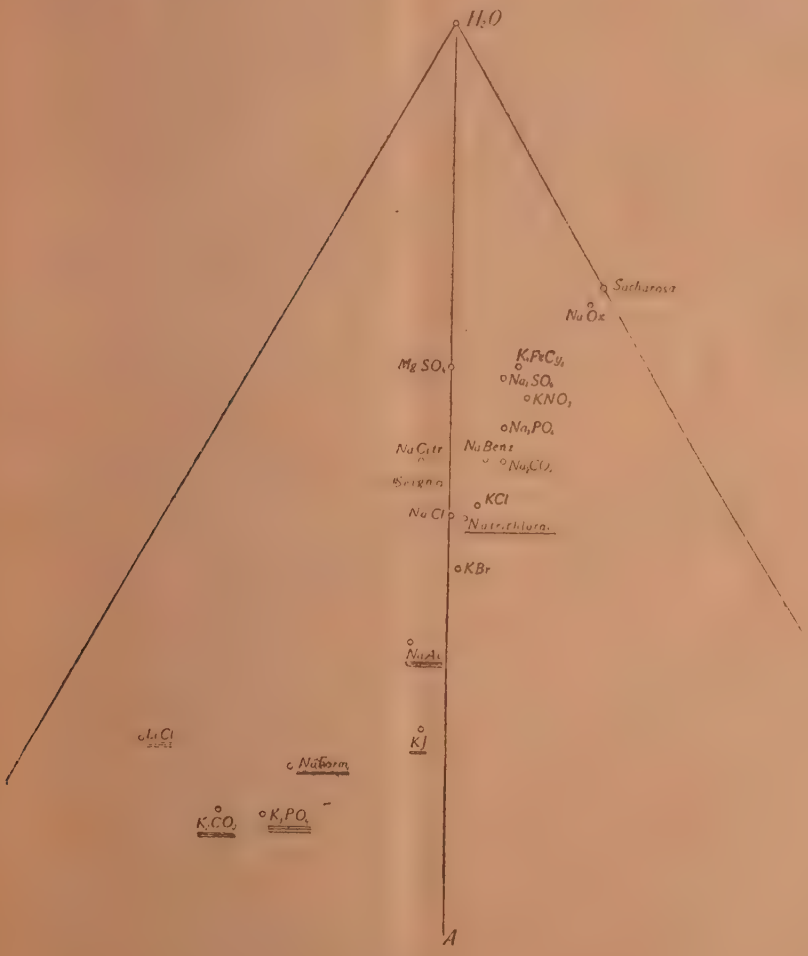


Рис. 9.

В заключение остановимся на составе немецких паток, полученных в производство 1926—27 г., по данным Германского института сахарной промышленности [2]). Было подвергнуто исследованию 77 паток. Полученные средние результаты сведены нами в следующую таблицу.

---

[1]) С этой точки зрения [illegible] не совсем понятно замечающееся в практике нарастание выхода патоки к концу производства и при переработке перезревшей свеклы. И. К.

[2]) Z. 1927, 817.

Таблица 4.

	Сух. вещ. опред. непосредст. рефрактометром	Дб.	% заводов, имевших Дб. паток					Содержание рафинозы	Золы	CaO	Азота в пересчете на органич. несахар	Цветн. в °Шт. на 1 гр. сух. вещ. в 100 кб. см. раствора [1])	
			Ниже 62	62—64	64—66	66—68	68—70						
Патока заводов, производящих сахар-сырец .	78,4	64,7	12,5	20,0	37,5	27,5	2,5	1,21	10,47	0,687	9,03	2,94	59,6
Патока заводов, производящих сахар-песок . .	78,3	65,4	5,9	11,8	47,1	35,3	—	1,40	10,14	0,576	8,55	3,13	60,0
Патока рафинадных заводов	78,0	63,7	—	66,6	33,3	—	—	1,63	10,99	0,641	8,64	5,65	58,6

Хотя величина потерь в патоке определяется, главным образом, выходом ее, о котором сведения не приведены, все же интересен факт высокой Дб. немецких паток.

Вот в кратких словах то немногое из заслуживающего внимания, что отразилось в 1927 г. в иностранной литературе по вопросам кристаллизации сахарозы и патокообразования. Мы можем с уверенностью сказать, что приложение методов физико-химии к дальнейшему изучению вопросов кристаллизации и патокообразования неминуемо приведет нас к полному познанию этих процессов, играющих первостепенную роль в сахарной промышленности.

(Получена редакцией 15 сентября 1928 г.)

Опыт очистки диффузионного сока с применением вместо углекислоты сернокислого магния по способу проф. В. В. Шкателова.

Инж.-техн. В. И. Кузнецов.

Девять лет тому назад проф. В. В. Шкателов предложил сернокислый магний для разложения кальциевого сахарата, которое обычно производится угольной кислотой на сатурации. Привилегия на этот способ позже была заявлена проф. В. В. Шкателовым и агрономом Путилиным.

Это предложение совпало с упадком сахарной промышленности, с сильным сахарным кризисом. В то время широко практиковалось применение кустарных способов получения различных продуктов первой необходимости. Однако получение сахара кустарным путем встречало затруднения прежде всего в очистке свекловичного сока, а именно в проведении сатурации угольной кислотой. По мысли проф. В. В. Шкателова его предложение как раз имело в виду устранить это затруднение и давало возможность очень просто произвести очистку дефекованного сока. Тогда же мы совместно произвели испытание этого способа в лаборатории сахарного производства ХТИ, работая при самых примитивных условиях: производили нагревание, выпаривание и уваривание на голом огне, а кристаллизацию в покое. Полученные продукты проф. В. В. Шкателов демонстрировал тогда на докладе об этом способе в научном обществе при Харьковском сельско-хозяйственном институте. Сахарный песок, полученный тогда нами, был конечно невысокого качества и содержал повышенное количество золы.

Представляется небезинтересным попробовать применить этот способ для очистки диффузионного сока в обычных заводских условиях. В текущем году это испытание мы произвели на опытной станции сахарного производ-

[1]) Цифры пересчитаны по приведенным „коэффициентам затухания".

ства ХТИ и в настоящей статье я имею в виду поделиться полученными результатами.

Применение сернокислого магния вместо угольной кислоты на сатурации основывается на следующей реакции:

$$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO + MgSO_4 + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + Mg(OH)_2 + CaSO_4$$

При этой реакции сахар получается в свободном состоянии, а образующиеся гидрат окиси магния и гипс выпадают в осадок.

Гидрат окиси магния, особенно в момент образования, является коагулянтом и повидимому благодаря сходству в отношении химических свойств с гидратом окиси алюминия обладает, подобно этому последнему, способностью давать соединения (лаки) с органическими красящими веществами и действовать таким образом обесцвечивающие на сок. Возможно, что и гипс в момент своего образования является также адсорбентом. Что касается растворимости гидрата окиси магния в воде, то она ничтожна: 100 вес. частей воды растворяют 0,0018 частей (то-есть растворимость его совершенно одинакова с растворимостью углекислого кальция). Практически, следовательно, можно считать, что гидрат окиси магния выделяется из раствора полностью. К сожалению, этого нельзя сказать относительно гипса. Как известно, растворимость гипса в сахарных растворах сильно изменяется в зависимости от концентрации, температуры, понижаясь с их увеличением. Уже à priori можно предвидеть, что дефекованный сок, после обработки его раствором сернокислого магния обогатится кальциевыми солями, а именно гипсом. По мере концентрирования сока гипс будет выделяться. Так как температура является положительным фактором в смысле уменьшения растворимости гипса, то желательно сок после обработки сернокислым магнием перед фильтрацией нагревать до кипения.

При выпаривании сок должен становиться мутным, вследствие выделения в осадок гипса, что мы и наблюдали в действительности. Если сок в выпарке будет иметь сильную циркуляцию, то может быть особенно бояться загорания выпарки нечего, но предвидеть это необходимо. Чтобы уменьшить загорание выпарки, надо усилить против существующей фильтрацию сока между корпусами выпарки, а именно добавить фильтрацию между вторым и третьим корпусом. В целях экономии сернокислого магния, сок, обрабатываемый им, должен иметь возможно меньшую щелочность, а в целях четкости работы на станциях очистки лучше этой обработке подвергать уже профильтрованный дефекованный сок. Учитывая эти оба условия, дефекацию сока следует производить малым количеством извести: 0,75% до 0,5% CaO по весу свеклы, или даже и того меньше, а для успешности фильтрации дефекованного сока прибавлять наряду с известью мел в виде молока, в количестве 1,5%—1,75% $CaCO_3$, то-есть, работу вести по способу известково-меловой дефекации, как это предлагает проф. А. А. Шумилов.

1-й опыт. Работа велась по следующей схеме: к диффузионному соку, подогретому до 90°, прибавляли в виде молока 0,75% извести и 1,5% мела по весу свеклы. Дефекация производилась втечение 20—25 минут при 90—95°. Затем сок отфильтровывали через фильтр-прессы и профильтрованный сок поступал в сатурационный котел, где после нагревания до 85—90° к нему прибавляли раствор сернокислого магния по расчету. Первоначальная щелочность фильтрованного дефекованного сока была 0,22. Предварительной пробой в лаборатории было установлено, что помощью сернокислого магния возможно понизить щелочность сока до 0,045; очевидно, эта остаточная щелочность будет обусловливаться щелочами, аммиаком и гидратом окиси магния. Соответственным образом велась работа и на опытной станции. По окончании „сатурации“ сок доводился до кипения и отфильтровывался затем через фильтр-прессы. Фильтрация этого „сатурационного“ сока шла хорошо, сок получился блестящий, светло-соломенного цвета. Что касается грязи, то она получается темно-коричнево-серого цвета, что является лучшим доказа-

тельством того, что при этом способе происходит резко выраженная адсорбция красящих веществ из сока, а следовательно и его обесцвечивание. Можно было думать, что фильтрация будет протекать плохо, вследствие нахождения в грязи аморфного гидрата окиси магния; однако мы этого не наблюдали. Очевидно, это влияние парализовалось находящимся в грязи кристаллическим сернокислым кальцием, который служил как бы дренажем и облегчал фильтрацию. Наблюдением установлено, что продолжительность фильтрации в этом случае совершенно одинаковая с таковой же сока II-й сатурации, при обычном способе работы, а именно сок в количестве около 60 литров, находящийся в сатурационном котле, через один и тот же фильтр-пресс профильтровывался втечение 30 минут, как в том, так и в другом случае. Полученный прозрачный сок обладал нормальной цветностью, несколько большей, чем сок II-й сатурации, щелочностью и большим содержанием кальциевых солей, очевидно гипса, который, как известно, обладает значительной растворимостью в слабых сахарных растворах. Благодаря присутствию в растворе гипса, доброкачественность „сатурационного" сока ниже таковой дефекованного сока. Для уменьшения щелочности „сатурационного" сока, следовало бы его подвергнуть сульфитации после обработки сернокислым магнием, но мы этого в наших опытах не делали.

Выпаривание сока происходило нормально, сок не пенился, только полученный сироп был очень мутный, вследствие выделившегося из раствора гипса, по мере концентрирования сахарного раствора. Сироп имел щелочность 0,10. В этом первом опыте я попробовал к сиропу прибавить небольшое количество сернокислого магния, причем щелочность понизилась до 0,08. Дальнейшее прибавление сернокислого магния не производилось, так как проба сиропа давала бы помутнение с известковой водой, что указывало бы на присутствие в растворе свободного сернокислого магния. Для понижения щелочности до обычной нормы, сироп сульфитировался. После того, как щелочность сиропа достигла 0,01, сироп нагрели до кипения и затем профильтровали через механический фильтр. При обычном способе работы, благодаря очень малому количеству осадка в сиропе после сульфитации, сиропы у нас фильтруются плоховато, в начале получается мутный фильтрат, его приходится возвращать обратно; здесь же сироп профильтровался очень быстро и получился идеально прозрачным. Осадок на фильтре кристаллический—$CaSO_1$ и $CaSO_3$. Полученный сироп уварен на кристалл в вакуум-аппарате. Уваривание шло нормально. Однако вследствие того, что кристалл был получен очень крупный и перед самым выпуском из аппарата межкристаллльная патока выделила огромное количество муки, которая при пробеливании утфеля частью прошла через сито, а частью растворилась паром, выход белого сахара по весу утфеля получился очень малый, всего 46,8% а доброкачественности зеленой и белой паток очень высокие, а именно соответственно 80,5 и 88,8. Белый сахар получился хорошего качества.

Полученные от утфеля I-й кристаллизации оттеки: зеленая патока, в количестве 14,35 кгр. и белая патока—4,0 кгр. всего 18,35 кгр. были уварены на утфель II-й кристаллизации, причем для заводки кристалла к белой патоке, вследствие ее недостаточного количества, было добавлено немного зеленой патоки. Уваривание паток шло совершенно нормально. Полученный утфель при пробелке дал желтый сахар высокого качества, малой цветности; фуговка утфеля протекала очень легко: продолжительность работы центрофуги 7—8 минут. Выход желтого сахара по весу утфеля 56%. Но кормовая патока, естественно, получилась высокой доброкачественности, так как уваренные оттеки имели ненормально высокую доброкачественность. При исследовании доброкачественность кормовой патоки оказалась равной 63,4.

Через день после этого опыта мы произвели переработку такого же приблизительно количества и качества свеклы, но по обычной схеме, при чем на дефекации было взято 1,75% CaO и на второй сатурации 0,25% CaO по

весу свеклы, работая с двумя соковыми сатурациями и сульфитацией сиропа. Из приведенных ниже аналитических данных видим, что сироп содержит в данном случае большее количество кальциевых солей (считая на 100 сах.), чем сок II-й сатурации; это обогащение кальциевыми солями сиропа очевидно произошло на выпарке, которая не была промыта после первого опыта, когда в выпарке осталось несомненно некоторое количество гипса при выпаривании сока, обработанного сернокислым магнием. При этом необходимо отметить, что у нас на опытной станции совершенно отсутствует фильтрация сока между корпусами выпарки. Выход белого сахара получен в данном случае 55% по весу утфеля. Оттеки от утфеля I-й кристаллизации получились вполне нормальной доброкачественности, они уварены не были.

Причиной малого выхода белого сахара по весу утфеля в первом опыте я считаю исключительно условия варки утфеля, а не свойства сиропа, полученного по этому способу. В целях проверки этого и был нами поставлен позже 2-й опыт.

2-й опыт. Этот опыт произведен нами совершенно аналогично первому опыту, только извести для очистки сока на дефекации было взято меньше, а именно 0,6% по весу свеклы, а сернокислого магния был прибавлен небольшой излишек, причем щелочность фильтрованного „сатурационного“ сока понизилась до 0,036 против 0,045 в первом опыте. Сироп из выпарки имел щелочность 0,05, против 0,10 в первом опыте. Полученный сироп сульфитировали до щелочности 0,015 и затем после нагревания до кипения фильтровали через механический фильтр. Работая на „сатурации“ с некоторым избытком сернокислого магния, мы в результате несколько ухудшили качество сиропа: доброкачественность его ниже, кальциевых солей больше, цветность больше. Сироп после сульфитации фильтровался очень хорошо и получился идеально прозрачным. Уваривание сиропа было несколько труднее, чем обычно, очевидно вследствие значительного содержания кальциевых солей. Кристалл получился не совсем обычной формы, а удлиненный, игольчатый. Белый сахар получился хорошего качества, выход его 55,2% по весу утфеля.

Оттеки от утфеля I-й кристаллизации: зеленая патока в количестве 13,30 кгр., белая—4,40 кгр. получились совершенно нормального качества в отношении доброкачественности. Они были уварены на утфель II-й кристаллизации, причем вследствие малого количества белой патоки для заводки кристалла было добавлено некоторое количество зеленой патоки. Уваривание происходило без особого затруднения, но кристалл получился мелкий, вследствие малого количества паток и их невысокой доброкачественности. Несмотря на это центрофугировался утфель хорошо, указанием на это служит хотя бы то, что продолжительность работы центрофуги была всего 11 минут. Желтый сахар получился правда невысокой доброкачественности, а именно 92,0, но это вполне объясняется тем, что вследствие мелкого кристалла он имеет большую поверхность, которая покрыта слоем патоки, вследствие чего и получается такая низкая доброкачественность. Легкость и быстроту центрофугирования утфеля II-й кристаллизации очевидно можно объяснить малой клейкостью и вязкостью утфеля, что в свою очередь обусловливается малым содержанием в оттеках от утфеля I-й кристаллизации коллоидальных веществ, которые повидимому удержаны в фильтр-прессной грязи („сатурационной“), и это тем более знаменательно, что в данном 2-м опыте мы имели все продукты с сравнительно большим содержанием кальциевых солей, а следовательно могли ожидать затруднений как при варке, так и при фуговке утфелей.

Рассматривая полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. Применение сернокислого магния на I-й сатурации вместо угольной кислоты, при условии наличия известково-меловой дефекации (0,75—0,6% извести и 1,75 -1,60% мела по весу свеклы) и сульфитации сиропа, дает возможность получить продукты по качеству не ниже таковых, получаемых при

Результаты опытов

		С применением серно-кислого магния		Обычный способ
		1-й опыт	2-й опыт	
Количество переработанной свеклы		250 кгр.	262 кгр.	248 кгр.
Сахара в свекле по дигестии		20,70	21,85	21,60
Потери сахара:	в жоме	0,71	0,84	0,53
	в диф. воде	0,20	0,24	0,18
	в грязи I-й	3,80 (a)	3,4 (a)	3,40 (b)
Количество грязи I-й		17,8 кгр.—7,12% по в. св.	14,5 кгр.—5,53% по в. св.	16,8 кгр.—6,78% по в. св. (b)
„ „ II-й		8,7 кгр.—3,48% по в. св. (c)	7,0 кгр.—2,67% по в. св. (c)	4,8 кгр.—1,93% по в. св. (d)
Нормальный сок:	брикс	26,40	28,1	27,40
	сахар	23,06	24,96	24,25
	несахар	3,34	3,14	3,15
	доброкач.	87,3	88,8	88,5
Диффузионный сок:	брикс	17,30	18,4	17,20
	сахар	15,21	16,40	15,26
	несахар	2,09	2,00	1,94
	доброкач.	87,9	89,1	88,7
Дефекованный сок:	брикс	17,0	18,0	15,5 (1)
	сахар	14,75	15,87	14,12
	несахар	2,25	2,13	1,38
	доброкач.	86,80	88,2	91,1
	щелочность	0,220	0,200	0,063
На 100 сах.	известь	—	—	0,424
	цветность	54,2	54,8	32,9
Сок после обработ. серно-кисл. магнием	брикс	16,0	18,0	15,3 (2)
	сахар	13,60	15,33	14,00
	несахар	2,40	2,67	1,30
	доброкач.	85,0	85,2	91,4
	щелочность	0,045	0,036	0,017
На 100 сах.	известь	1,427	0,685	0,171
	цветность	36,8	46,6	33,2
Сироп густой:	брикс	66,8	67,3	56,4
	сахар	60,61	61,27	51,37
	несахар	6,19	6,03	5,03
	доброкач.	90,7	91,0	91,1
	щелочность	0,015	0,015	0,015
На 100 сах.	известь	0,192	0,358	0,232
	цветность	37,2	48,3	35,7
Утфель I-й кристаллиз.	брикс	94,1	94,0	95,1
	сахар	85,8	85,54	86,68
	несахар	8,30	8,46	8,42
	доброкач.	91,2	91,0	91,1
	щелочность	щелочн.	щелочн.	щелочн.
На 100 сах.	известь	0,192	0,356	—
	цветность	44,8	49,8	—
Оттек I-й:	брикс	85,2	73,4	80,5
	сахар	69,19	55,88	62,59
	несахар	16,01	17,52	17,91
	доброкач.	81,2	76,1	77,8
Оттек II-й:	брикс	72,5	67,2	71,6
	сахар	64,57	58,30	60,5
	несахар	7,93	8,90	11,1
	доброкач.	89,1	86,6	84,5

		С применением сернокислого магния		Обычный способ
		1-й опыт	2-й опыт	
Утфель II-й кристаллиз.	брикс	91,8	93,57	—
	сахар	78,32	73,15	—
	несахар	15,48	20,42	—
	доброкач.	83,5	78,7	—
Желтый сахар:	брикс	99,2	99,1	—
	сахар	95,73	91,08	—
	несахар	3,47	8,02	—
	доброкач.	96,5	92,0	—
Выход желт. сах. по весу утф. II-й крист.		56%	60%	—
Кормовая патока:	брикс	84,20	83,83	—
	сахар	53,35	47,20	—
	несахар	30,85	36,63	—
	доброкач.	63,4	56,30	—
Белый сахар:	поляризация	99,88	99,90	99,80
	влага	0,056	0,038	—
	зола	0,027	0,027	—
Выход бел. сахара по весу утф. I-й крист.		46,8%	55,0%	55,2%

Примечание: (a)—в дефекационной; (b) —грязь I-й сатурации; (c)—грязь после обработки сернокисл. магнием; (d)—грязь II-й сатурации; (1) сок I-и сатурации; (2)—сок II-й сатурации.

работе на дефекации с 2% извести, 2-мя соковыми сатурациями и сульфитацией сиропа.

2. Применение сернокислого магния дает возможность получить при работе с малым количеством извести на дефекации сока малой цветности, что обусловливается резко выраженной адсорбционной способностью гидрата окиси магния.

3. Расход сернокислого магния, считая на $MgSO_4.7H_2O$, равен приблизительно четверному количеству окиси кальция, удаляемой из раствора.

4. При таких малых количествах потребляемой для очистки извести отпадает необходимость иметь свое известковое хозяйство, а можно работать на покупной извести, но окончательно это может быть установлено в каждом частном случае в зависимости от цен на материалы и от условий транспорта.

5. Отрицательная сторона этого способа—наличие большого количества гипса в соке, поступающем на выпарку. Для уменьшения загорания последней необходимо применять выпарку с сильной циркуляцией сока и ввести дополнительную фильтрацию сока между вторым и третьим корпусами.

6. Так как при переработке высушенной свеклы получаются сока высокой концентрации, то возможно, что применение сернокислого магния для очистки сока в этом случае даст продукты с малым содержанием гипса.

В этом направлении мной будут поставлены в ближайшее время специальные опыты.

Эта работа была выполнена мной на опытной станции сахарного производства в сотрудничестве с инж.-технологами М. К. Василенко и П. К. Грошевым.

(Получена редакцией 1 октября 1928 г.)

Новое в литературе

Измерения цветности в сахарной промышленности. P. Honig и J. Bogtstra. F. a. S. 1928, XXIII, 446. Контроль цветности продуктов сахарного производства имеет очень большое значение и требует для своего осуществления приспособлений, дающих цифровое выражение цветности. Наиболее распространенным в настоящее время прибором для измерения цветности продуктов сахарного производства является колориметр Штаммера. Этот прибор однако нельзя признать совершенным, т. к. он обладает рядом крупных недостатков. Нормальные и полунормальные стекла могут быть часто смешаны друг с другом; призмы, линзы и окуляры требуют чистки; применяемый свет иногда недостаточен; чем этот свет более желтый, тем значительней получается неточность отсчета. Стекла для колориметра Штаммера окрашены в смесь красного, зеленого и желтого цветов под цвет сахарных продуктов. Однако, подобная окраска стекол недостаточна для всех продуктов, а продуктам тростникового производства совершенно не соответствует. Согласно исследованиям Zert'a обнаружилось, что подобные стекла не всегда одинаковы и отличаются одно от другого не только в цвете, но и в интенсивности окраски.

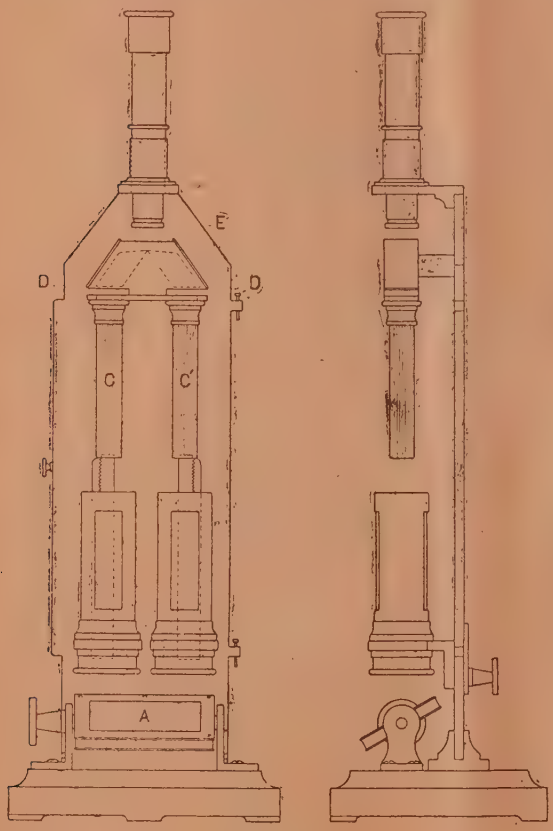


Рис. 1.

Перечисленные недостатки прибора Штаммера препятствовали его широкому распространению в сахарной промышленности, вследствие чего возникла необходимость в новых методах измерения цветности, которые могли бы оказаться более приемлемыми. В реферируемой статье P. Honig и J. Bogtstra нашли свое отражение следующие усовершенствованные приборы для измерения цветности: колориметр Dubosq, тинтометр Lovibond, фотометр Hess-Ives, колориметр Donnan-Lunden и спектрофотометр Koenig-Martens.

Разница в окрашенности различных сахарных соков была замечена еще в 1874 году Vierort'ом, который предложил измерять поглощение монохроматического света. Благодаря несовершенству лабораторного оборудования в то время, предложение это практически не осуществилось. В настоящее время при наличии мощных светофильтров эти трудности вполне разрешены и является возможным получать малую часть спектра. Новые колориметры таким образом основаны не на измерении поглощения света жидкостью с применением нормального стекла, но на затухании определенной длины волны применяемого света, и результат выражается по возможности в абсолютных единицах.

Колориметр Dubosq. В этом колориметре один раствор может сравниваться с другим раствором, произвольно выбранным как стандарт. Так например можно сравнивать сок перед и после фильтрации с обесцвечивающим углем. Однако, здесь измеряется только интенсивность цвета и выражается в процентах стандартного раствора. В колориметре Dubosq'а могут также быть применены цветные стекла, но они здесь служат, чтобы компенсировать в затруднительных случаях разницу окрасок.

Устройство колориметра Dubosq'а показано на рис. 1. Рассеянный свет, отражаясь от пластинки молочного стекла *A*, проходит через две кюветки со стеклянными днищами. Эти кюветки могут передвигаться по вертикальному направлению и их положение фиксируется на специальной шкале, находящейся на задней стенке прибора. *C* и C^1—сплошные стеклянные стержни, прикрепленные к раме. При опускании вниз или поднимании вверх кюветок соответственно увеличивается или уменьшается слой сока, через который проходит свет. Одна кювета наполняется стандартным раствором и высота столба жидкости поддерживается на определенном уровне. Высота столба жидкости в другой кюветке делается такой, чтобы при наблю-

дении через зрительное стекло оба поля казались одинаково окрашенными. Если концентрация двух жидкостей не одинакова, то результаты пересчитываются на одинаковый брикс.

Светофильтры могут быть помещены сверху стержней в местах D и D^1, а также сверху призмы E. Это облегчает и уточняет отсчет показания в случае различных оттенков окраски двух жидкостей.

Подобные измерения цветности основаны на законе Beer'a, согласно которому поглощение света столбом жидкости остается постоянным, когда концентрация изменяется обратно пропорционально высоте. Этот эмпирический закон был подтвержден для разбавленных растворов различными исследователями.

В качестве стандартного раствора можно брать раствор $FeCl_3$ (62 гр. железа на 300 кб. см. HCl 1 : 2). Слой в 0,369 мм. этого раствора соответствует окраске Штаммеровского стекла. Разница в оттенке окраски между стандартным и испытываемым раствором является наибольшим дефектом этого метода, а между тем оттенок окраски сахарных соков меняется втечение процессов очистки, выпаривания и т. д. Так например, если синие окрашивающие вещества способны в большей степени удаляться в процессе фильтрации с обесцвечивающим углем, то сок после фильтрации сделается более желто-красным, чем прежде.

Тинтометр Lovibond. Этот прибор необходимо рассматривать, как промежуточную ступень между старыми и новыми приборами для определения цветности. В этом колориметре не употребляется стекол, окраска которых имитирует окраску сахарного сока. Здесь применяются стандартные стекла, при помощи которых можно синтезировать окраску сока. Эти стекла сделаны таким образом, что комбинация красного, желтого и синего стекол дает нейтральный цвет. Затем они соединяются в группы—№ 1 и № 5 вместе дают то же затухание, что и № 6; № 4 и № 6 то же, что № 10 и т. д. Есть некоторое сходство между этим прибором и колориметром Штаммера, с той только разницей, что здесь работа идет с постоянным слоем жидкости, а цвет стекол так подобран, чтобы получить то же поглощение, как и в жидкости. Bardorf и Ball рекомендуют этот прибор для определения цветности сахарных продуктов, причем при работе с ним употребляется 400 окрашенных стекол. Тинтометр Lovibond показан на рис. 2.

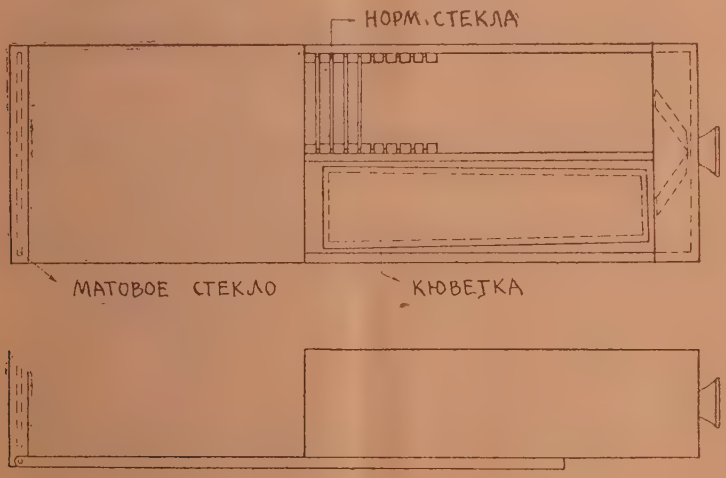


Рис. 2.

Как видно из этого рисунка, свет проходит с одной стороны через кюветку с раствором, а с другой через стекла. На противоположном конце установлена пластинка матового стекла.

Фотометр Hess-Ives. Фотометр Hess-Ives является существенным шагом вперед. Определение цветности здесь также основано на применении нормальных стекол, которые однако здесь служат не для сравнения с окраской сока, но для изоляции части спектра. Фотометр Hess-Ives показан на рис. 3. Свет от лампы достигает глаза двумя различными путями. По одному он идет через диафрагму, линзу C и отражается от первого куска магнезии к первому зеркалу, которое отбрасывает его на клин, видимый из зрительного стекла. Второй луч рассеянного света отбрасывается на второй кусок магнезии и второе зеркало и проходит через стеклянную кювету со стенками одинаковой толщины, в которой находится сок. Положение первого зеркала таково, что световые лучи, им отражаемые, не могут пройти через правую половину линзы K в зрительное стекло, в то время как свет, проходящий через сок, идет исключительно через эту половину. Сначала наполняют кювету чистым растворителем; диафрагма полностью открыта и второй кусок магнезии так установлен, что поле зрения освещено одинаково. Затем кювета наполняется испытываемым раствором. Отверстие диафрагмы частично прикрывается, чтобы компенсировать затухание, причиняемое жидкостью. Величина отверстия диафрагмы градуирована на шкале L в процентах.

Процент прошедшего света измеряется для различных цветов при помощи помещения светофильтров перед глазом. Цветность сока может быть выражена кривой, которая показывает зависимость между количеством поглощенного света и длинами волн. Этот колориметр может быть также употреблен для измерения цветности твердых веществ путем отражения; так, после установки прибора на вышеупомянутую нулевую точку на второй кусок магнезии ставится небольшое блюдечко с сахаром с таким расчетом, чтобы поверхность сахара оказалась на той же высоте, на которой раньше была поверхность магнезии.

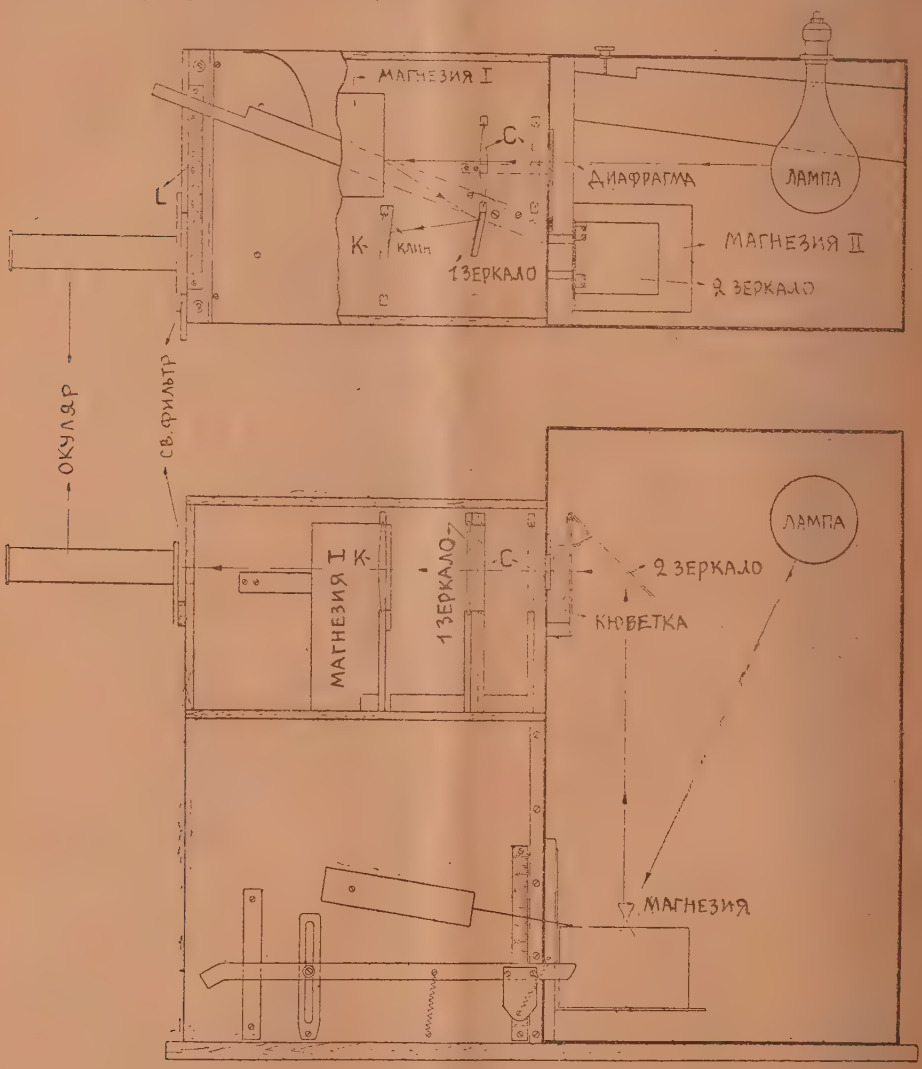


Рис. 3.

Колориметр Hess-Ives, которым пользовались для своих исследований авторы, был снабжен пятью светофильтрами (нормальными стеклами). Эти светофильтры к сожалению не были монохроматическими, но однако показывали максимальную проницаемость для данной длины волны. С этими фильтрами авторы получали довольно точные результаты при различных продуктах сахарного производства.

Колориметр Donnan Lunden. Этот колориметр очень простого устройства с успехом может быть применен для легко окрашенных жидкостей. Устройство его изображено на рис. 4. Свет проходит через стеклянный цилиндр, содержащий раствор, и падает на одну половину поля зрения. Другая половина поля зрения освещается прямо, но свет ослабляется вращающимся секторным диском, помещенным на дороге луча. С монохроматическим фильтром, помещенным перед глазом, наблюдатель определяет, при какой высоте столба сока все поле зрения одинаково освещено. При этом методе необходимо употреблять тщательно профильтрованный свет; часть

спектра, которую пропускает фильтр, не должна превышать 5-7 mμ, в противном случае разница в окраске сделает определение невозможным.

Большое преимущество этого аппарата заключается в том, что результаты выражаются не по отношению к какому нибудь стандарту, а в абсолютных единицах.

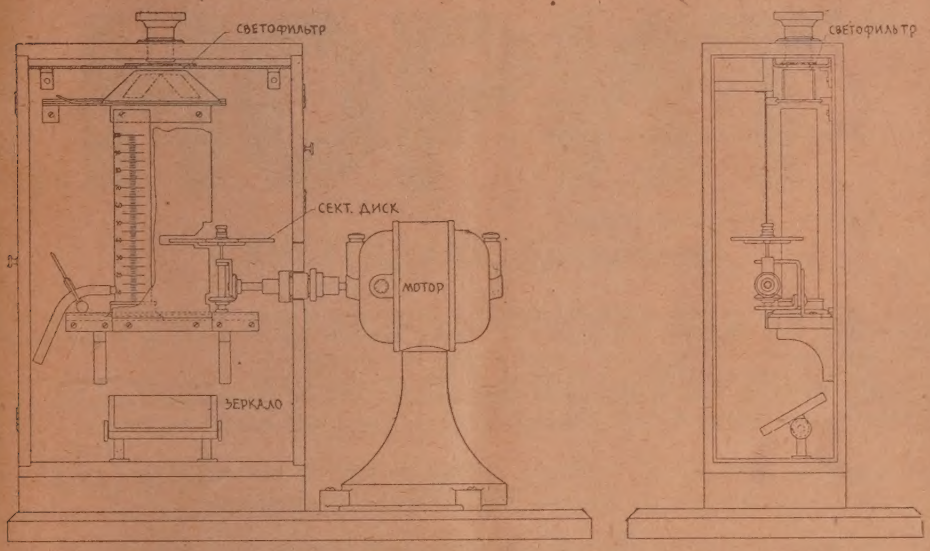


Рис. 4.

Спектрофотометр Koenig Martens. Этот спектрофотометр является одним из наиболее точных приборов для определения цветности. Схема его устройства изображена на рис. 5.

Белый свет из источника *L* падает на матовую стеклянную пластинку *M*, проходит через кюветку *A* и *B* и через отверстие *a* и *b*, через призмы Rutherford'a и Wollaston'a, последнюю из известкового шпата. Последняя расщепляет оба луча на вертикально и горизонтально поляризованные части. Затухание двух центральных лучей a_h и b_v, каждый из которых освещает одну половину поля зрения, зависит от положения николя, который помещен на пути лучей. Если кюветки *A* и *B* пустые, тогда при нулевой точке николь будет совершенно гасить луч a_h

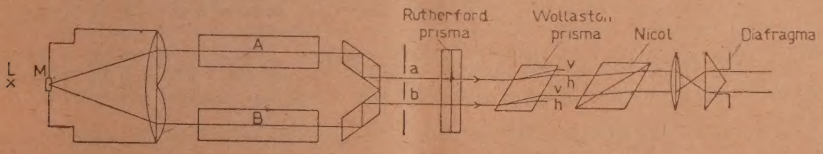


Рис. 5.

и давать возможность свободного прохода лучу b_v. Если николь повернуть на 90°, то наблюдается обратное явление. При повороте николя на 45° обе половины поля зрения освещены одинаково. Обстоятельства изменяются, если луч больше задерживается в кюветке *B*, чем в *A*. Тогда при вращении николя менее чем на 45° от нулевой точки можно достигнуть одинакового освещения поля зрения.

Согласно электромагнитной теории света, количество поляризованного света, прошедшее через николь, пропорционально cos α, где α—угол, составляемый направлением колебаний входящего и выходящего света.

Вообще говоря, моменту одинакового освещения поля зрения соответствует формула

$$J_1 \cos^2\alpha = J_2 \cos^2 (90 - \alpha)$$

$$\frac{J_1}{J_2} = tg^2\alpha$$

где J_1 и J_2—интенсивности двух лучей света, достигающих глаза, после прохождения через николь и α — положение николя.

Для измерения цветности жидкости, последняя помещается в первую кюветку и замечается положение николя при одинаковом освещении поля зрения (α_1). После этого жидкость помещается во вторую кюветку и определяется α_2. Тогда, согласно вышеуказанного

$$\frac{J'_1}{J_2} = tg^2\alpha_1 \quad \text{и} \quad \frac{J_1}{J'_2} = tg^2\alpha_2$$

(значек ′ указывает луч, прошедший через слой жидкости). После деления

$$\frac{J'_1}{J_2} \times \frac{J'_2}{J_1} = \frac{tg^2\alpha_1}{tg^2\alpha_2}, \text{ но также } \frac{J'_1}{J_1} = \frac{J'_2}{J_2} = \frac{J}{J_0}$$

равнô отношению между энергией света, входящего и выходящего из кюветки. Так,

$$\frac{J}{J_0} = \frac{tg\,\alpha_1}{tg\,\alpha_2}$$

Согласно закона Lambert-Beer'a

$$lg\,\frac{J}{J_0} = -\,\varepsilon cd$$

где: ε — коэффициент удельного поглощения, c — концентрация сухих веществ в кгр. на литр, d — толщина слоя жидкости в кюветке в см. Таким образом можно измерить ε для каждой длины волны.

Спектрофотометр Higler'a состоит из комбинации измерителя длины волны Higler'a и фотометра Nutting'a. Этот прибор имеет очень большое сходство с прибором Koenig-Martens'a. Цветоанализатор Keuffel & Esser Company проще, но также дает верные результаты.

Н. П. С.

Библиография.

М. Н. Сыромятников. *Добывание сока (моечное и диффузионное отделения).* Издание Правления Сахаротреста, Москва, 1928 г. Стр. 58. Бесплатно. На основании постановления 8-го съезда профсоюза сахарников Правление Сахаротреста предприняло издание популярной литературы по сахарной промышленности. Настоящая брошюра является вторым выпуском из цикла „свеклосахарное производство". Автор общепонятным и популярным языком описывает оборудование и работу моечной и диффузионной станции свеклосахарного завода; при этом содержание не перегружено излишними деталями, благодаря чему основные моменты выступают достаточно выпукло. Между текстом автором вкраплена популярная расшифровка таких понятий, как доброкачественность, расход механической энергии, коэффициент полезного действия. Все содержание имеет практический уклон и изобилует полезными практическими замечаниями автора, являющегося одним из лучших знатоков технологических процессов. Приводимые в тексте брошюры чертежи большей частью несложны, что облегчает их разбор для малоподготовленного читателя. С удовлетворением можно отметить, что автор в достаточном объеме знакомит также и с заграничными усовершенствованиями аппаратуры моечно-диффузионного отделения, у нас не применяющимися. Так, например, описан мамут-насос и диффузия Раабе.

За недостаток рассматриваемой брошюры, который вероятно скорее можно отнести за счет издательства, но не автора, необходимо признать сжатость изложения представленного материала. Благодаря последнему обстоятельству недостаточно подробно освещен один из самых важных вопросов—сущность теории диффузии и работы диффузионной батареи. А между тем именно этот вопрос, более чем другие, нуждается в исчерпывающем популярном освещении, так как часто сами работающие на диффузии имеют весьма слабое представление о сущности производимых манипуляций и происходящих процессов, недоступных непосредственному наблюдению. Из внешних дефектов брошюры нельзя не отметить некоторую недостаточность иллюстрационного материала. Так, например, описания работы диффузии Гирош-Рака и Раабе трудно воспринимаются без соответствующего схематического чертежа. Внешний вид барабанной резки Магена не дает подробного впечатления о ее внутреннем устройстве и т. д. С чувством удовлетворения можно отметить, что в рецензируемой брошюре заключается гораздо меньше опечаток, чем обычно в сахаротрестовских изданиях (стр. 52: „Количество диффузионного сока колеблется от 100 до 120 метров на 100 клг. свеклы"..).

Все отмеченные выше моменты ничуть не уменьшают большой полезности брошюры М. Н. Сыромятникова, составление которой должно являться хорошим и достойным подражания образцом популяризации технических знаний.

Б. Савинов.

ВСЕОБЩАЯ КОМПАНИЯ

„НОРИТ“

в АМСТЕРДАМЕ (Голландия)

НОРИТ является первым активным углем, который был введен в сахарных и рафинадных заводах и который сохраняет свое господствующее положение и в данное время.

НОРИТ употребляется в самых крупных и лучших свеклосахарных и тростниковых заводах всего земного шара.

НОРИТ дает возможность полнейшего обесцвечивания и в то же время физического улучшения как жидких соков, так и сиропов и клерсов.

НОРИТ единственный активный уголь, который после употребления может быть регенерирован в специальных норитовых печах. Поэтому он является и самым ЭКОНОМНЫМ в работе.

НОРИТ Введение его просто, легко и быстро.

НОРИТ Брошюры о НОРИТЕ и его применении в свеклосахарных заводах на русском языке, с многочисленными иллюстрациями, схемами работы, расчетами и т. д. высылаются по первому требованию бесплатно.

Все запросы, справки и заказы просим направлять на русском языке исключительно по адресу:

Verkaufs-Gemeinschaft Deutscher Maschinenfabriken zur Belieferung der ausländischen Zuckerindustrie und der verwandten Gebiete G. m. b. H.
BERLIN NW 7, Universitätstr. 3 B.

Объединение Германских машиностроительных заводов для снабжения сахарной промышленности.
BERLIN NW 7, Universitätstr. 3 B.
Для телегр.: Zuckertechnik-Berlin.

При заказах просьба ссылаться на „НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ“.

SCHEIBLER, DRELING & C°, G. m. b. H.

MASCHINENFABRIK FÜR DIE ZUCKERINDUSTRIE
in AACHEN.

ШЕЙБЛЕР, ДРЕЛИНГ и К° в Аахене

МАШИНОСТРОЕНИЕ ДЛЯ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

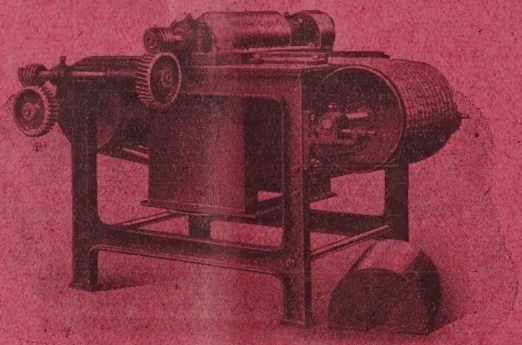
СПЕЦИАЛЬНОСТЬ: ОБОРУДОВАНИЕ И ПЕРЕУСТРОЙСТВО
КОЛОЧНЫХ И РАСПИЛОВОЧНЫХ ОТДЕЛЕНИЙ
РАФИНАДНЫХ ЗАВОДОВ

ЗАМЕНА РУЧНОЙ КОЛКИ

МЕХАНИЗАЦИЯ И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ КОЛКИ И УПАКОВКИ
РАФИНАДА В ЯЩИКИ И ПАЧКИ.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ РАБОТА!

МЕШОЧНЫЕ ФИЛЬТРЫ **ШЕЙБЛЕРА** ДЛЯ НИЗКОГО И СРЕДНЕГО
ДАВЛЕНИЯ С ПОЛНОЙ УТИЛИЗАЦИЕЙ ВСЕЙ ПОВЕРХНОСТИ
ФИЛЬТРАЦИИ



Станок для распиловки кружков (о 18 пилах) с цепным транспортером

Все справки, запросы и пр. (и на русском языке) просим направлять

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО по адресу:

ОБЪЕДИНЕНИЕ ГЕРМАНСК. МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ ДЛЯ СНАБЖЕНИЯ САХАРН. ПРОМЫШЛЕННОСТИ и связанных с ней отраслей

VERKAUFS-GEMEINSCHAFT DEUTSCHER MASCHINENFABRIKEN zur Belieferung der Zuckerindustrie und verwandter Gebiete

BERLIN, N. W. 7, Universitätstr. 3b

Для телеграмм: **Zuckertechnik BERLIN**

При заказах просьба ссылаться на „НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ".

Київськ. Окрліт № 1037. Друк. КПІ. Зам. 2003—950.